

# Trabajo Fin de Grado

## Grado en Ingeniería de las Tecnologías de Telecomunicación

Actualización hacia red de acceso compartida y nueva interfaz radio en emplazamiento de telefonía móvil

Autor: Antonio Jesús Payán Quintanilla

Tutor: Rafael Boloix Tortosa

**Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones**  
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**  
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2021





Trabajo Fin de Grado  
Grado en Ingeniería de las Tecnologías de la Telecomunicación

# **Actualización hacia red de acceso compartida y nueva interfaz radio en emplazamiento de telefonía móvil**

Autor:

Antonio Jesús Payán Quintanilla

Tutor:

Rafael Boloix Tortosa

Profesor titular

Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021





Trabajo Fin de Grado: Actualización hacia red de acceso compartida y nueva interfaz radio en emplazamiento de telefonía móvil

Autor: Antonio Jesús Payán Quintanilla

Tutor: Rafael Boloix Tortosa

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2021

*A mi Rosario*

*A mis padres*



# Agradecimientos

---

Este proyecto no hubiera sido posible sin la experiencia adquirida de todos los profesionales, superiores y mentores que me han apoyado durante mi etapa laboral desarrollada en Arca Telecom.

Agradecer a Rafel al prestarse ser mi tutor.

Finalmente, agradecer de corazón a Rosario y mis padres por el apoyo incondicional durante todo este tiempo

*Antonio Jesús Payán Quintanilla*

*Sevilla, 2021*



# Resumen

---

El trabajo descrito en este proyecto es realizar una actualización de la interfaz radio de estación base de telefonía móvil para adaptarla al nuevo paradigma que implica el sistema 5G, denominada New Radio (**NR**). Quedarán definidas las distintas fases de trabajo que implican la citada actualización.

El objeto de este trabajo se divide en:

- Actualización de la interfaz radio (NR).
- Red de acceso radio (RAN) compartida o Sharing.

El presente proyecto además recoge trabajos de despliegues en tecnologías 2G, 3G y 4G, anteriores al sistema 5G (**5GS**).

Concluyendo con una síntesis sobre 5G NR. Describiendo aspectos claves sobre su arquitectura, especificaciones técnicas, bandas de frecuencia, eventos más importantes y torre de protocolos.

# Abstract

---

The work described in this project is to carry out an update of the mobile phone base station radio interface to adapt it to the new paradigm that the 5G system implies, called New Radio (NR).

The different work phases involved in the aforementioned update will be defined.

The object of this work is divided into:

- Radio interface update (NR)
- Shared radio access network

This project also includes deployment work in 2G, 3G and 4G technologies.

Concluding with a synthesis on 5G NR. Describing key aspects of its architecture, technical specifications, frequency bands, most important events and protocol tower.

# Índice

---

<b>Agradecimientos</b>	<b>ix</b>
<b>Resumen</b>	<b>xi</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>Índice</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>xiv</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>xvii</b>
<b>Notación</b>	<b>xxii</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2 Prediseño Del Sistema Radiante</b>	<b>7</b>
<b>3 Replanteo y medidas</b>	<b>15</b>
3.1. <i>Acta de factibilidad</i>	15
3.2. <i>Acta de replanteo</i>	17
3.1.1 Reportaje fotográfico	17
3.1.2 Acta de campo	21
3.3. <i>Medidas radioeléctricas</i>	24
<b>4 Diseño</b>	<b>29</b>
4.1 <i>Diseño Radio</i>	30
4.1.1 Hardware	30
4.1.2 Infraestructura	64
4.2 <i>Diseño de transmisión</i>	68
<b>5 Certificación radioeléctrica</b>	<b>71</b>
5.1 <i>Volumen de referencia</i>	72
5.1.2 Errores comunes:	75
5.2 <i>Documentos a entregar</i>	76
<b>6 Implementación</b>	<b>77</b>
6.1 <i>Implementación diseño radio</i>	77
6.1.1 Creado celdas	78
6.1.2 Creado Inners y Areas	86
6.1.3 Colindancias	88
6.1.4 Parametrización adicional	102
6.2 <i>Integración</i>	105
6.3 <i>Post Integración</i>	106
6.3.1 Informes post integración	109
6.3.2 Estadísticas	127
<b>7 Sistema 5G</b>	<b>129</b>
7.1 <i>Requisitos de los distintos usos del 5G</i>	129



7.2	<i>Arquitectura sistema 5G</i>	130
7.2.1	Arquitectura NSA vs SA	130
7.2.2	Core sistema 5G (5GC o 5GCN)	131
7.2.3	Red de acceso	133
7.3	<i>Protocolos 5GCN</i>	134
7.4	<i>Interfaces de acceso radio</i>	135
7.4.1	Interfaz Xn	135
7.4.2	Interfaz NG	135
7.4.3	Interfaz F1	136
7.5	<i>Plano de control red de acceso</i>	136
7.5.1	Capa física	136
7.6	<i>Plano de usuario red de acceso</i>	142
7.6.1	MAC	143
7.6.2	RLC	143
7.6.3	PDCP	143
7.6.4	SDAP	143
<b>Referencias</b>		<b>144</b>
<b>Glosario</b>		<b>146</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 2–1. Tecnologías iniciales y finales Operador 1	7
Tabla 2–2. Tecnologías iniciales y finales Operador 1	8
Tabla 2–3. Equipos radio multiportadora	8
Tabla 2–4. Tarjetas de banda base	8
Tabla 2–5. Número de puertos objetivo en antena.	8
Tabla 2–6. controladora compatible con 5G standalone y hacia atrás	9
Tabla 2–7. BSC y RNC a integrar	9
Tabla 2–8. Clúster del que es parte	9
Tabla 2–9. Sectores para diseñar	9
Tabla 2–10. Sección coaxial según longitud	13
Tabla 3–1. Factibilidad en site AND87300	16
Tabla 4–1. Puertos físicos RRU5509t	38
Tabla 4–2. Bandas de frecuencias RRU5509t	38
Tabla 4–3. Puertos físicos RRU5502w	40
Tabla 4–4. Bandas de frecuencias RRU5509t	40
Tabla 4–5. Puertos físicos RRU5304	40
Tabla 4–6. Bandas de frecuencias RRU5304	41
Tabla 4–7. Modo simple	41
Tabla 4–8. Relación entre tarjetas y subsistemas	43
Tabla 4–9. Capacidad de celdas para tarjetas WBBP.	44
Tabla 4–10. Capacidad de celdas para tarjetas LBBP.	45
Tabla 4–11. Capacidad de celdas por tecnología para tarjetas UBBP.	45
Tabla 4–12. Perdidas en pasivos	47
Tabla 4–13. Perdidas coaxiales	48
Tabla 4–14. Objetivos teóricos de simulaciones.	60
Tabla 4–15. Volumen referencia compuesto	60
Tabla 5–1. Clasificación estaciones radioeléctricas	71
Tabla 5–2. Índice de reflexiones empleado en cada sector	74
Tabla 5–3. Volumen referencia compuesto	74
Tabla 6–1. Datos estación base	78
Tabla 6–2. Datos radio de celdas G900.	79
Tabla 6–3. MCC-MNC operadores españoles.	80
Tabla 6–4. Creado de grupos TRX por celda G900	80
Tabla 6–5. Creado de dos TRX por celda G900	80

Tabla 6–6. Banda completa GSM Operador 1	81
Tabla 6–7. Creado MAGROUP celdas G900	82
Tabla 6–8. Creado sector equipmente celdas G900	82
Tabla 6–9. Creado celdas U900 y U2100	83
Tabla 6–10. Creado celdas L2600 en banda nacional	84
Tabla 6–11. Creado celdas L800 en banda nacional	85
Tabla 6–12. Creado celdas L1800	85
Tabla 6–13. Creado celdas L2100	86
Tabla 6–14. Conjunto de MSC en la que se define la BSC AND75B01	87
Tabla 6–15. Estructura LOCNO A87300E1	87
Tabla 6–16. Areas en MSS	88
Tabla 6–17. Relación de colindancias 2G 2G salientes y entrantes	90
Tabla 6–18. Externas 3G en BSC	91
Tabla 6–19. Relación de vecindad 2G (BSC) hacia 3G (RNC)	91
Tabla 6–20. Relación de vecindad 2G del entorno (BSC) hacia 3G en AND87300 (RNC)	91
Tabla 6–21. Externas 2G en RNC	92
Tabla 6–22. Externas 2G en RNC	93
Tabla 6–23. Relación de vecindad 3G (RNC) hacia 2G (BSC)	93
Tabla 6–24. Muestra de externas LTE en BSC	94
Tabla 6–25. Relación vecindad GSM (AND87300) hacia LTE (AND87300)	95
Tabla 6–26. Relación de vecindad UMTS intra frecuencia inter-intra site	96
Tabla 6–27. Relación de vecindad UMTS inter frecuencia inter-intra site	96
Tabla 6–28. Muestra de externas LTE en RNC	97
Tabla 6–29. Muestra relaciones de vecindad celdas UMTS hacia LTE en RNC	97
Tabla 6–30. Canales de frecuencia LTE en DL definidos en ANR	98
Tabla 6–31. Muestra relaciones de vecindad intra-frecuencia entre celdas LTE intra site.	99
Tabla 6–32. Muestra relaciones de vecindad inter-frecuencia entre celdas LTE intra site	99
Tabla 6–33. Canales de frecuencia UMTS en DL definidos en ANR	100
Tabla 6–34. Externas UMTS intra site en eNodeB.	101
Tabla 6–35. Muestra relaciones de vecindad celdas LTE hacia UMTS en eNodeB.	101
Tabla 6–36. Comprobaciones tecnologías 2G	110
Tabla 6–37. Checklist tecnologías 3G	111
Tabla 6–38. Checklist tecnologías 4G	112
Tabla 7–1. Requisitos de desarrollo para escenarios de una alta tasa de tráfico y densidad	129



# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Clasificación de emplazamientos en Operador 1.	2		
Figura 1-2. Resumen trabajos de OSP en emplazamientos particulares A.	2		
Figura 1-3. Resumen trabajos de OSP en emplazamientos particulares B.	3		
Figura 1-4. Resumen trabajos de OSP en comparticiones A.	3		
Figura 1-5. Resumen trabajos por OSP en comparticiones B.	4		
Figura 1-6. Resumen de trabajos por OSP en traslados.	5		
Figura 1-7. Resumen trabajos de OSP en puntos de nueva cobertura	5		
Figura 2-1. Flujo Sección 2: Prediseño SSRR.	7		
Figura 2-2. Prediseño sistema radiante inicial. Sector 2.	10		
Figura 2-3. Estado actual de titl eléctricos en antenas.	11		
Figura 2-4. Esquema sistema radiante final en prediseño	12		
Figura 2-5. Diseño final de tilts eléctricos puertos antenas.	12		
Figura 2-6. Interfaces antena.	14		
Figura 3-1. Flujo sección 3: Replanteo y medidas.	15		
Figura 3-2. Medios de acceso al site AND87300.	17		
Figura 3-3. Fotografía general del emplazamiento AND87300.	17		
Figura 3-4. Izq: SSRR en entrada a caseta. Der: RRUs de LTE2600	17		
Figura 3-5. Antena sector 1 y zona bajo influencia	18		
Figura 3-6. Antena sector 2 y zona bajo influencia	18		
Figura 3-7 Antena sector 3 y zona bajo influencia	18		
Figura 3-8 Controladora 2G/3G y tiradas de FO a CPRI de tarjetaBB	19		
Figura 3-9 MRFU en rack de 2G/3G	19		
Figura 3-10 MRFU en rack de 4G	20		
Figura 3-11 Controladora 4G y tiradas de FO a CPRI de tarjetaBB	20		
Figura 3-12 Equipo actual de alimentación continua. Compuesto de 5 rectificadores	20		
Figura 3-13 Información descriptiva del emplazamiento	21		
Figura 3-14 Descripción sistema radiante actual	22		
Figura 3-15 Alimentación y backup de baterías	23		
Figura 3-16 Cabinets y tecnologías albergadas en las distintas controladoras	23		
Figura 3-17 Esquema de distribución de slots en para BB	23		
Figura 3-18 Certificado calibración Sonda	24		
Figura 3-19 Plano esquemático de medidas	26		
Figura 3-20 Medida 1, azotea	Figura 3-21 Medida 2, azotea	Figura 3-22 Medida 3	26
Figura 3-23 Medida 4, CEIP	Figura 3-24 Medida 5,CEIP	Figura 3-25. Medida 6	27

Figura 3-26 Medida 7	Figura 3-27 Medida 8	27
Figura 3-28. CEIP Punto sensible 4	Figura 3-29. CEIP Punto sensible 5	27
Figura 3-30 Cuadro resumen medidas en Fase 1		28
Figura 4-1 Esquema sección 4. Diseño.		29
Figura 4-2 Características básicas antena en acta de replanteo		30
Figura 4-3 Características radio antena ASI4518R14v06		31
Figura 4-4 Características mecánicas y físicas antena ASI4518R14v06		31
Figura 4-5 Características RET integrado en antena ASI4518R14v06		32
Figura 4-6 Descripción Interfaces y puertos antena ASI4518R14v06		32
Figura 4-7 Diagrama radiación horizontal (azul) y vertical (rojo) ASI4518R14v06.		32
Figura 4-8 Cuadro resumen SSRR Sector 1		33
Figura 4-9 Cuadro resumen SSRR Sector 2		33
Figura 4-10 Cuadro resumen SSRR Sector 3		33
Figura 4-11 Antena 2L4H		34
Figura 4-12 Elección de arrays según tecnologías objetivo		34
Figura 4-13 Diagrama de flujo para elegir cota correcta de la antena en site propios de Operador 1		35
Figura 4-14. Cota antena en site Cruzados.		36
Figura 4-15 Interfaces físicas RRU5509t		37
Figura 4-16 Interfaces físicas RRU5509t		38
Figura 4-17 Interfaces físicas RRU5502w		39
Figura 4-18 Interfaces físicas RRU5304		41
Figura 4-19 detalle de CPRI en tarjeta de BB		42
Figura 4-20 Subsistemas funcionales BBU5900		42
Figura 4-21 Mapeo genérico BBU5900		43
Figura 4-22 Conexión de fibras ópticas a tarjetas		44
Figura 4-23 Mapeo BBU5900 AND87300		44
Figura 4-24 Estadísticas cobertura 2G-900 urbano.		49
Figura 4-25 Estadísticas cobertura 2G-900 rural.		50
Figura 4-26 Rangos señal actual y consolidado 2G-900 rural.		51
Figura 4-27 Estadísticas cobertura 3G-900 urbano.		51
Figura 4-28 Estadísticas cobertura 3G-2100 urbano.		51
Figura 4-29 Estadísticas cobertura 3G-900 rural.		52
Figura 4-30 Estadísticas cobertura 3G-2100 rural.		52
Figura 4-31 Rangos señal actual y consolidado 3G-900 rural.		53
Figura 4-32 Rangos señal actual y consolidado 3G-2100 rural.		53
Figura 4-33 Estadísticas cobertura 4G-800 urbano.		54
Figura 4-34 Estadísticas cobertura 4G-800 rural.		54
Figura 4-35 Rangos señal actual y consolidado 4G-L800 rural.		55
Figura 4-36 Estadísticas de interferencia 2G-900 urbano.		55

Figura 4-37 Estadísticas de interferenci 2G-900 rural.	56
Figura 4-38 rangos interferencia 2G-900 rural actual (izq) y consolidado (der).	56
Figura 4-39 rangos Interf 3G-900 rural actual y consolidado.	57
Figura 4-40 rangos Interf 3G-2100 rural actual y consolidado.	58
Figura 4-41 Estadísticas interferencia 3G-900 urbano.	58
Figura 4-42 Estadísticas interferencia 3G-900 rural.	59
Figura 4-43 rangos Interf 4G-800 rural actual (izq) y consolidado (der).	59
Figura 4-44 Esquema magnitudes longitudinales paralelepípedo	61
Figura 4-45 Planta del paralelepípedo sector 1	61
Figura 4-46 Planta del paralelepípedo sector 2	62
Figura 4-47 Planta del paralelepípedo sector 3	62
Figura 4-48 Alzado del paralelepípedo sector 1	63
Figura 4-49 Alzado del paralelepípedo sector 2	63
Figura 4-50 Alzado del paralelepípedo sector 3	64
Figura 4-51. Señaliazación de accesos a estaciones radioeléctricas.	64
Figura 4-52. Posición para nuevos disyuntores de 125A.	65
Figura 4-53. Posición para equipo de fuerza Eltek con 5 rectificadores de 3000W.	65
Figura 4-54. Esquema rack equipos 19”.	66
Figura 4-55. conexionado de equipos a nuevas DCDU-16D.	66
Figura 4-56 Detalle arquitectónico anclaje a pared de tubo soporte antenas	67
Figura 4-57 Infraestructura SSRR sector 1	67
Figura 4-58 Infraestructura SSRR sector 2	67
Figura 4-59 Infraestructura SSRR sector 3	68
Figura 4-60 Detalle colocación y orientación parábolas.	68
Figura 5-1. Síntesis certificación readioeléctrica.	72
Figura 5-2. Ángulos de máxima ganancia en diagrama de radiación horizontal y vertical.	73
Figura 6-1. Planificación instalaciones e integraciones.	78
Figura 6-2. Estructura CGI (Cada bloque equivale a 1 dígito decimal).	79
Figura 6-3. Banda, UARFCN Y ARFCN operadores españoles.	86
Figura 6-4. Comando de carga del sector 1 de GSM900 en MSC AND80Q1.	87
Figura 6-5. Comando de carga del sector 1 de UMTS900 en MSS AND80Q1.	88
Figura 6-6. Colindancias y movilidad.	89
Figura 6-7. Comando de creado de vecinas A87300E1 con A87300E2 y A87300E3 (saliente intra site).	90
Figura 6-8. Comando de creado A87300E1 hacia A7016E2 y vicversa.	90
Figura 6-9. Comandos de carga de vecindad en BSC de GSM hacia UMTS.	92
Figura 6-10. Comandos de carga de vecindad en BSC de GSM hacia UMTS.	93
Figura 6-11. Comandos de carga de externas LTE intra site en BSC.	94
Figura 6-12. Comandos de carga de vecindad en BSC de GSM hacia LTE intra site.	94
Figura 6-13. Comandos de carga de vecinas UMTS en RNC inter/intra site entrante y saliente.	96

Figura 6-14. Comandos de carga de vecinas UMTS en RNC inter/intra site entrante y saliente.	96
Figura 6-15. Comandos de carga de vecinas UMTS en RNC inter/intra site entrante y saliente.	97
Figura 6-16. Comandos de carga de vecinas UMTS en RNC inter/intra site entrante y saliente.	97
Figura 6-17. Comandos de carga de frecuencias LTE en ANR.	99
Figura 6-18. Comandos de carga de vecinas LTE intra frecuencia e intra site.	100
Figura 6-19. Comandos de carga de vecinas LTE inter frecuencia e intra site.	100
Figura 6-20. Comandos de carga de frecuencias UMTS en ANR eNodeB.	102
Figura 6-21. Comandos de carga de ralción de vecindad desde LTE hacia UMTS eNodeB.	102
Figura 6-22. Comandos de carga de externas UMTS en eNodeB.	102
Figura 6-23. Flags activación agregación de portadoras en sector 1 de LTE2600.	103
Figura 6-24. Flags activación agregación de portadoras en eNodeB y combinación de portadoras	103
Figura 6-25. Comandos para habilitar MIMO 4T4R en bandas altas de LTE .	104
Figura 6-26. Comandos para habilitar ANR a nivel eNodeB.	104
Figura 6-27. Comandos para habilitar ANR a nivel de celdas LTE.	105
Figura 6-28. Comandos para habilitar MIMO rank 4 en bandas en 4T4R	105
Figura 6-29. Trabajos post integración.	108
Figura 6-30. Panel de alarmas correcto.	113
Figura 6-31. Panel de alramas no apto por ROE	113
Figura 6-32. ICMBAND correcto en GSM900.	114
Figura 6-33. ICMBAND no correcto en GSM900.	114
Figura 6-34. RSSI correcto en UMTS	115
Figura 6-35. RSSI no apto en UMTS durante horas de tráfico en Secto 1 y 2.	115
Figura 6-36. Pruebas con cargas correctas en U900.	116
Figura 6-37. Estadísticas RSSI no apto en L800.	117
Figura 6-38. Valor instantáneo de RSSI no apto en L800.	117
Figura 6-39. Pruebas con cargas ok en L800.	118
Figura 6-40. Análisis del origen ruido.	119
Figura 6-41. Estado previo al apagado de celdas.	120
Figura 6-42. Esado previo del RSSI instantáneo.	120
Figura 6-43. Celdas bloqueadas excepto las afectadas por RSSI (L800).	121
Figura 6-44. Comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800.	121
Figura 6-45. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800.	121
Figura 6-46. Potencia en celdas L800.	122
Figura 6-47. Potencia mínimo en celdas L800.	122
Figura 6-48. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800	122
Figura 6-49. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800 tras encendido.	123
Figura 6-50. EDT previo en L800.	124
Figura 6-51. Máximo EDT para antena ASI4518R16v06 en L800	124
Figura 6-52. Máximo EDT para antena ASI4518R16v06 en L800	125



Figura 6-53. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800 tras variación de til.	125
Figura 6-54. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800	125
Figura 6-55. Análisis de portadoras en módulo FFT para U900	126
Figura 6-56. Análisis de portadoras en módulo FFT para sector 1 L800	126
Figura 6-57. Análisis de portadoras en módulo FFT para sector 2 L800	126
Figura 6-58. Análisis de portadoras en módulo FFT para sector 3 L800	127
Figura 6-59. Valores del coeficiente de onda estacionaria.	127
Figura 6-60. KPI L800 en AND87300	128
Figura 7-1. Arquitectura, simplificada, 5G NSA	131
Figura 7-2. Arquitectura 5G SA	131
Figura 7-3. Arquitectura Core 5G.	131
Figura 7-4. Arquitectura Core 5G	133
Figura 7-5. Torre protocolos 5G	134
Las distintas interfaces presentadas en Figura 7-6. Son Xn, NG y F1	135
Figura 7-7. Torre protocolos plano de control desde UE hasta AMF.	136
Figura 7-8. Tramos de frecuencias y ancho de bandas en NR.	136
Figura 7-9. Estructura de trama en tiempo.	137
Figura 7-10. Combinacio de trama en tiempo.	137
Figura 7-11. Señales y símbolos de sincronización.	138
Figura 7-12. Cantidad máxima de bloques SS/PBCH según SCS.	138
Figura 7-13. Combinacio de trama en tiempo.	139
Figura 7-14. Combinacio de trama en tiempo.	140
Figura 7-15. Combinación de tramas en tiempo.	140
Figura 7-16. Combinacio de trama en tiempo.	141
Figura 7-17. Canales físicos y modulaciones en NR.	141
Figura 7-18. Señales en canal físico.	141
Figura 7-19. Combinacio de trama en tiempo.	143

# Notación

---

3GPP	Consortio encargado de definir estándares en materia de comunicaciones móviles.
AISG 2.0	Interfaz definida por la 3GPP para el control remoto de tilt eléctrico en antena.
Back Panel	Panel posterior en unidad radio principal o MRFU. Proporciona interfaz de conexión mediante FO.
BB	Unidad radio encargada del procesamiento de señal. Se hace referencia a ello para indicar el hardware que desempeña dicha función.
BSC	Controladora de estación base GSM.
CAP	Documento con la información necesaria para ejecutar instalación a nivel radio, infraestructura y transmisión.
CEIP	Colegio de Enseñanza Infantil y Primaria
Conector 4.3-10	Conector estándar en el que están terminados todos los equipos unidos por coaxial. Su principal característica es su separación mecánica y eléctrica, lo que implica un PIM optimizado.
CPRI	Interfaz o puerto gobernado por protocolo que le da nombre (Common Public Radio Interface). Hoy día su interfaz es óptica
DBS	Estación base distribuida (modular), compuesta por unidad de banda base (BBU) y unidad radio remota (RRU). No coubicadas.
DCDU	Unidad de distribución de corriente continua.
DL	Canal de bajada.
DLC	Tipología de conector para fibra óptica.
EDT	Downtilt eléctrico.
EMR	Estudio de medidas radioeléctricas. Proyecto presentado en jefatura provincial correspondiente para legalización del encendido de las diferentes bandas de frecuencias.
FDMA	Acceso múltiple por división en frecuencia.
FM	Modulación en frecuencia. Se emplea para hacer referencia al rango de frecuencia que emplea dicha modulación
GXXXX	Forma simplificada de indicar las tecnologías GSM. XXXX especificará la banda de frecuencias (MHz) en la que opera.
HB	Abreviatura para hacer referencia frecuencias altas
IBW	Ancho de banda máximo instantáneo.
Jumpers	Coaxial ½" preconectorizado de fábrica. Cumple estándares de PIM
LB	Abreviatura para hacer referencia frecuencias bajas
LXXX	Forma simplificada de indicar las tecnologías LTE. XXXX especificará la banda de frecuencias (MHz) en la que opera.
Macro	Solución para sistema radiante. Unidad radio principal y controladora en mismo rack.
MB	Abreviatura para hacer referencia frecuencias medias
MIMO	
MRFU	Unidad radio principal. Instalada en interiores cerca de controladora, generalmente mismo rack.

NB-IoT	Narrow band IoT. IoT en banda de guarda LTE
OM	
Pérdidas de derivación	Pérdida medida en dB debido al reparto de señal generalmente entre antenas con distinta cota.
Pérdidas de insercción	Pérdida medida en dB debido al paso de la señal electromagnética por elemento pasivo.
PIM	Intermodulación pasiva
Puntos sensibles	Guarderías, centros de educación infantil, primaria, centros de enseñanza obligatoria, centros de salud, hospitales, parques públicos y residencias o centros geriátricos en un radio inferior a 100 m desde el site
radiaciones no ionizantes	Onda o partícula que no es capaz de arrancar electrones de la materia. Sí pueden llegar a producir excitación electrónica.
RAN	Red de acceso radio
RCU	Unidad remota de control para RET. Dispositivo eléctrico integrado o externo, según fabricante, que permite configurar/modificar el diagrama de radiación en antena.
RF	Radio frecuencia.
RFP	Documento interno con presupuesto y soluciones para cubrir necesidades concretas.
RNC	Controladora de red radio UMTS.
ROE	Coefficiente de onda estacionaria o VSWR. Patología muy nociva en sistemas de telecomunicación.
RRU	Unidad radio remota.
SBT	Dispositivo hardware que proporciona corriente DC a RCU y TMA por medio de un alimentador RF. Se emplea cuando la longitud de coaxial supera los 20m o se quiere controlar RET a través de MRFU.
SC-FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencias de portadora única.
SCS	Espaciado entre los distintos códigos de subportadoras.
SDR	Radio definido por software.
SINR	Relación señal a interferencia.
SLA	Acuerdo de nivel de servicio. Tiempo de respuesta del proveedor del servicio(métrica).
SLIM	Antena construida en fábrica junto con soporte para su instalación. De este modo tienen prefijados sus orientaciones y rangos de tilt mecánico y eléctrico más reducidos que en antenas tipo paneles. Generalmente llevan un mimetizado en forma de chimenea, armario, palmera, etc.
String de baterías	Asociación de baterías en serie o paralelo según se persiga ampliar voltaje o capacidad, respectivamente.
Site	Emplazamiento físico, identificado mediante código de localización.
Intercambio en caliente	Intercambio de hardware cuya acción repercute en el servicio de un segundo operador, distinto al que la lleva a cabo.
Intercambio en frío	Intercambio de hardware cuya acción no repercute en el servicio de un segundo operador.
TDT	Televisión digital terrestre.
TMA	Amplificador “montado en torre”. No necesariamente debe ir en torre pero sí próximo a antena.
UARFCN	Número de canal UTRA (3G) absoluto de radiofrecuencia.
UL	Canal de subida.
UXXX	Forma simplificada de indicar las tecnologías UMTS. XXXX especificará la banda de frecuencias (MHz) en la que opera.

WGS84	Sistema geodésico de coordenadas geográfica. Permite localizar cualquier punto de la Tierra por medio de tres unidades dadas.
xLyH	Abreviatura para indicar el número de pares de bocas o arrays de antenas en baja frecuencia (x) y alta frecuencia (y).
xTyR	Abreviatura para indicar el número el grado de diversidad en transmisión (x) y recepción (y).
BEFMNLTC	Nomenclatura interna para designar a las distintas tecnologías del Operador 1. Por orden corresponden a UMTS2100, GSM900, UMTS900, LTE800, LTE1800, LTE2600, LTE2100, NB-IoT sobre banda de 800MHz.

# 1 INTRODUCCIÓN

---

El objetivo que han marcado dos operadores para los próximos años es llevar a cabo una actualización de su red de acceso radio (RAN) para hacerla compatible con el futuro despliegue del 5G Stand alone, además de seguir dando soporte a generaciones anteriores. Por lo que además de conectar personas y dar unas mejores tasas permite conectar máquinas y dispositivos de manera masiva (IoT masivo), implementar nuevas mejoras como una mejora en fiabilidad y latencia. En la actualidad se opta por una solución conjunta entre la anterior generación, EPC, y la nueva interfaz radio (NR) que permite disfrutar de algunas de las ventajas de la red de acceso 5G (latencia, fiabilidad, etc) pero empleando la arquitectura en core de LTE. A este estándar y solución intermedia se le ha denominado 5G Non-Stand alone o 5GNSA.

Esta estrategia de despliegue dividida en:

1. Actualización red de acceso radio (NR).
2. Despliegue 5G NSA.

Permite a los operadores, estar preparados y con una mejor posición ante el inminente cambio de paradigma que supondrá el despliegue de la anterior tecnología, acortando plazos para dicha tarea.

Además, la actualización viene acordada con una colaboración entre ambos operadores para prestar su red de acceso, de modo que como se describirá a continuación, quedarán consolidados dos operadores distintos a través de una misma RAN. A esta configuración se le denomina sharing. Las ventajas en gestión de infraestructura, mantenimiento hardware, alquiler de sites y despliegue/actualización son muy beneficiosas porque suponen un enorme ahorro económico para los citados operadores respecto a ejecutarlo de forma individual.

A partir de este momento denominaremos al primer operador como Operador 1 u OSP el cual es tiene como cliente al segundo operador, al que designaremos como Operador2 o VDF y como se ha expuesto quedarán en RAN-Sharing.

Ambos operadores acuerdan repartir la totalidad del trabajo en el territorio nacional dividiéndolo en zonas. La Zona 1 se compone de Extremadura, Andalucía, Islas Canarias, Comunidad Valenciana, Comunidad de Madrid e Islas Baleares y por tanto será el Operador 1 el encargado de actualizar la red en dicha parte del territorio. Por tanto, en todos los emplazamientos de Zona 1, el Operador 2 será cliente del Operador 1 de modo que el radiante y equipos serán propiedad de este último. Para el resto del territorio, Zona 2, el Operador 1 es cliente de Operador 2. En cualquiera de las zonas, el trabajo desempeñado por las diferentes ingenierías será “llave en mano” o End to End estableciéndose una relación con el Operador desde el principio (pedido) hasta su entrega.

Los emplazamientos o sites quedarán catalogados, desde el punto de vista del Operador 1 (Figura 1-1) en:

- Propios: en los que Operador 1 ya se encuentra radiando y Operador 2 no lo hace o radia por su propia red de acceso.
  - Particulares: como son comunidades de vecinos o personas físicas.
  - Comparticiones: emplazamientos en los que Operador 1 alquila la infraestructura a terceras empresas y hace que cualquier modificación/actualización del sistema radiante tenga que ser aprobado por éstas.
- Cruzados: en los que el Operador 2 ya radia por su propia red de acceso y Operador 1 aún no se encuentra desplegado.
  - Traslado: el nodo origen del Operador 1 queda apagado y desmantelado por el consolidado.
  - NCR: nuevo punto de cobertura.

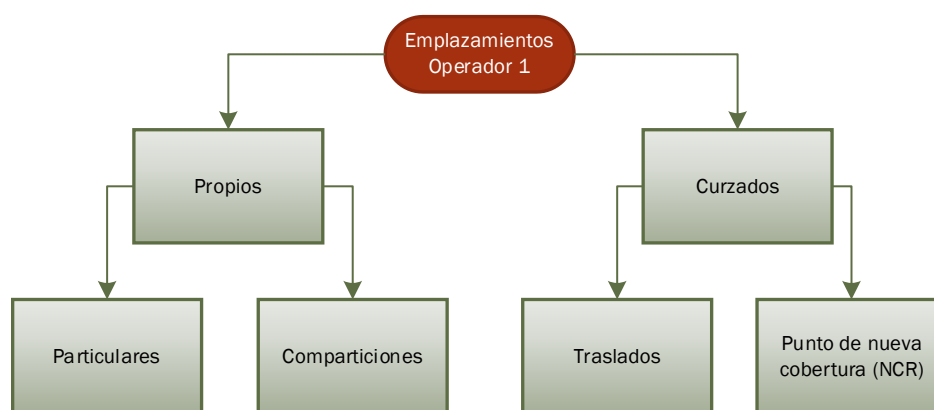


Figura 1-1. Clasificación de emplazamientos en Operador 1.

La clasificación de Figura 1-1 conduce a una serie de escenarios que de forma breve indican el estado previo y posterior o consolidado del site:

- **Emplazamiento particular:** como se describe en Figura 1-2, el site es propiedad del Operador 1 en el que, previamente, se encuentra radiando en exclusiva y posteriormente quedarán consolidados Operador 1 y Operador 2 con equipos y sistema radiante del primero.

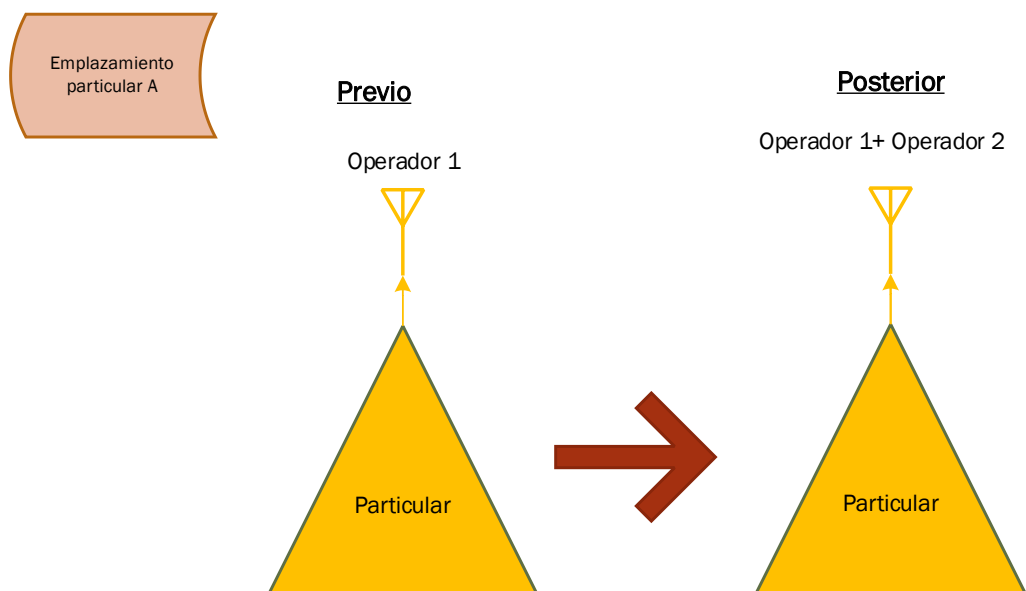


Figura 1-2. Resumen trabajos de OSP en emplazamientos particulares A.

- **Emplazamiento particular con RAN independientes:** site propiedad de Operador 1 en el que, previamente, se encuentran radiando ambos operadores de forma independiente (SSRR independiente) y posteriormente quedarán consolidados Operador 1 y Operador 2 con equipos y sistema radiante del primero (Figura 1-3).

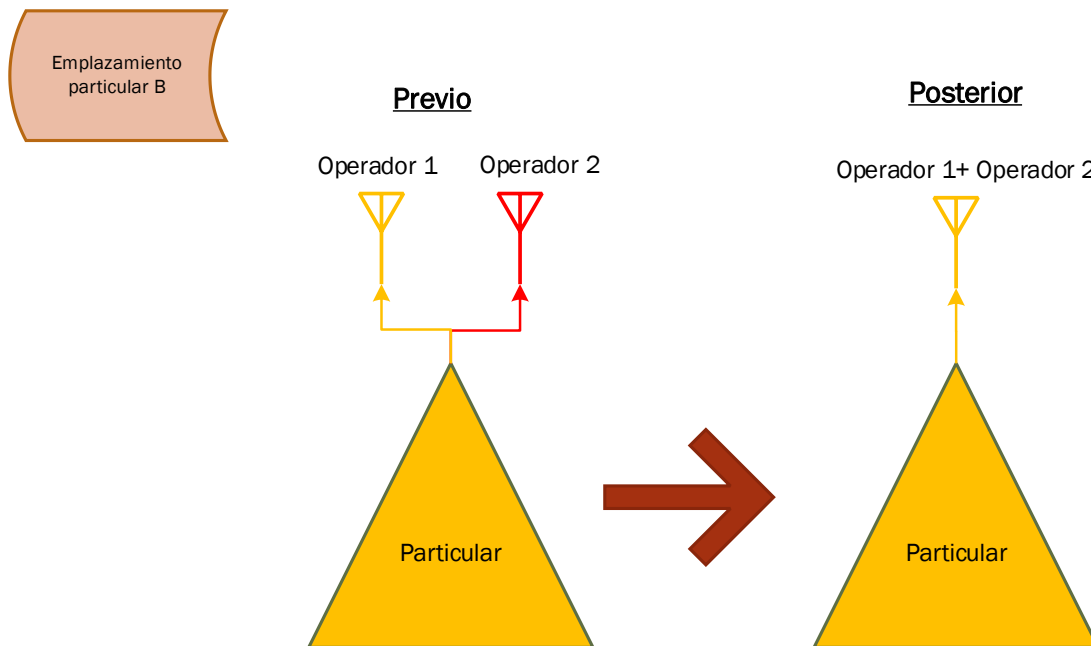


Figura 1-3. Resumen trabajos de OSP en emplazamientos particulares B.

- **Compartición:** Emplazamiento propiedad de un tercero en el que, previamente, se encuentra radiando en exclusiva el Operador 1 y posteriormente quedarán consolidados ambos con equipos y sistema radiante del primer operador (Figura 1-4:).

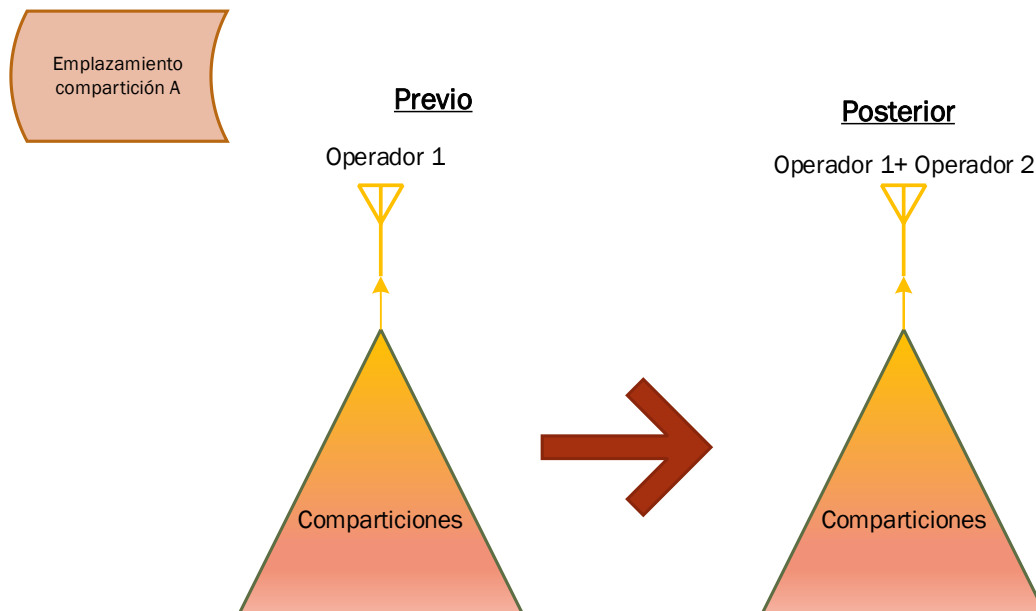


Figura 1-4. Resumen trabajos de OSP en comparticiones A.

- **Compartición con RAN independientes:** Emplazamiento propiedad de un tercero en el que, previamente, se encuentran radiando ambos operadores. Posteriormente quedarán consolidados con equipos y sistema radiante del primer operador (Figura 1-5).

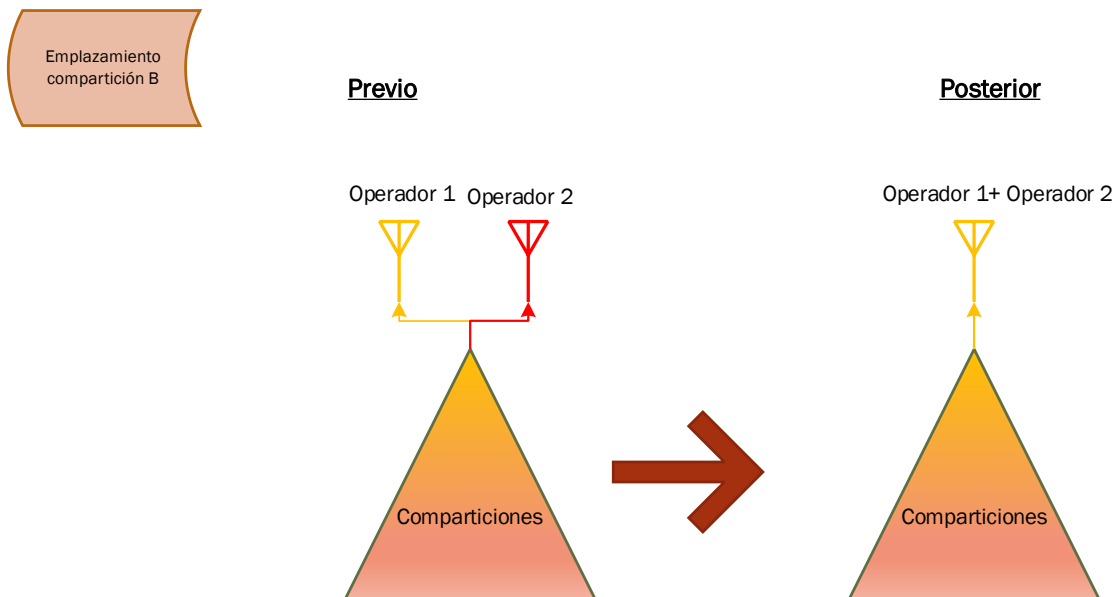


Figura 1-5. Resumen trabajos por OSP en comparticiones B.

- **Cruzado con traslado:** De forma previa, Operador 2 se encuentra radiando en site distinto al que lo hace Operador 1, pudiendo ser cercano al mismo o incluso compartir azotea. Posteriormente quedarán ambos operadores consolidados en site y empleando infraestructura del Operador 2 con sistema radiante y equipos de Operador 1 (traslado). El nodo origen de OSP quedará desmantelado cuando se certifique el correcto funcionamiento y calidad del servicio en el consolidado (Figura 1-6).
- **Cruzado NCR:** De forma previa (Figura 1-7), Operador 2 se encuentra radiando sin existir un punto de cobertura para Operador 1. Posteriormente quedarán ambos operadores consolidados en site y empleando infraestructura del Operador 2 con sistema radiante y equipos de Operador 1. Para este ultimo será un punto de nueva cobertura (NCR).

El trabajo que se describe en las siguientes secciones, consiste en el escenario descrito en Figura1-3. En el que Operador 1 y Operador 2 ya se encuentran radiando, pero lo hacen de forma independiente uno del otro y Operador 2 sólo emplea la infraestructura del operador 1. Finalmente, ambos quedarán consolidados con sistema radiante y equipos del Operador 1.

El trabajo a ejecutar se dividirá en las distintas actividades que lo conforman:

1. **Prediseño Sistema radiante:** se redacta un diseño en base a la información previa que el cliente comparte con las ingenierías. Puede o no, ser definitivo dependiendo de lo que se replantee en campo.
2. **Replanteo y medidas:** trabajo de campo en el que se recaba toda la información de la situación actual, comprobando si es posible la ejecución del prediseño además de posibles puntos de bloqueo.
3. **Diseño:** se confirma el diseño final y genera el prepedido al suministrador. Además, se llevan a cabo estudios teóricos de cobertura e interferencias.
4. **Certificación radioeléctrica:** se detalla el método de cálculo del volumen de referencia, legislación y aspectos generales de dicha certificación.
5. **Implementación:** diseño de parámetros que permiten implementar lo diseñado en punto 3 y el posterior chequeo de funcionamiento de lo diseñado.



Emplazamiento  
Cruzado-Traslado

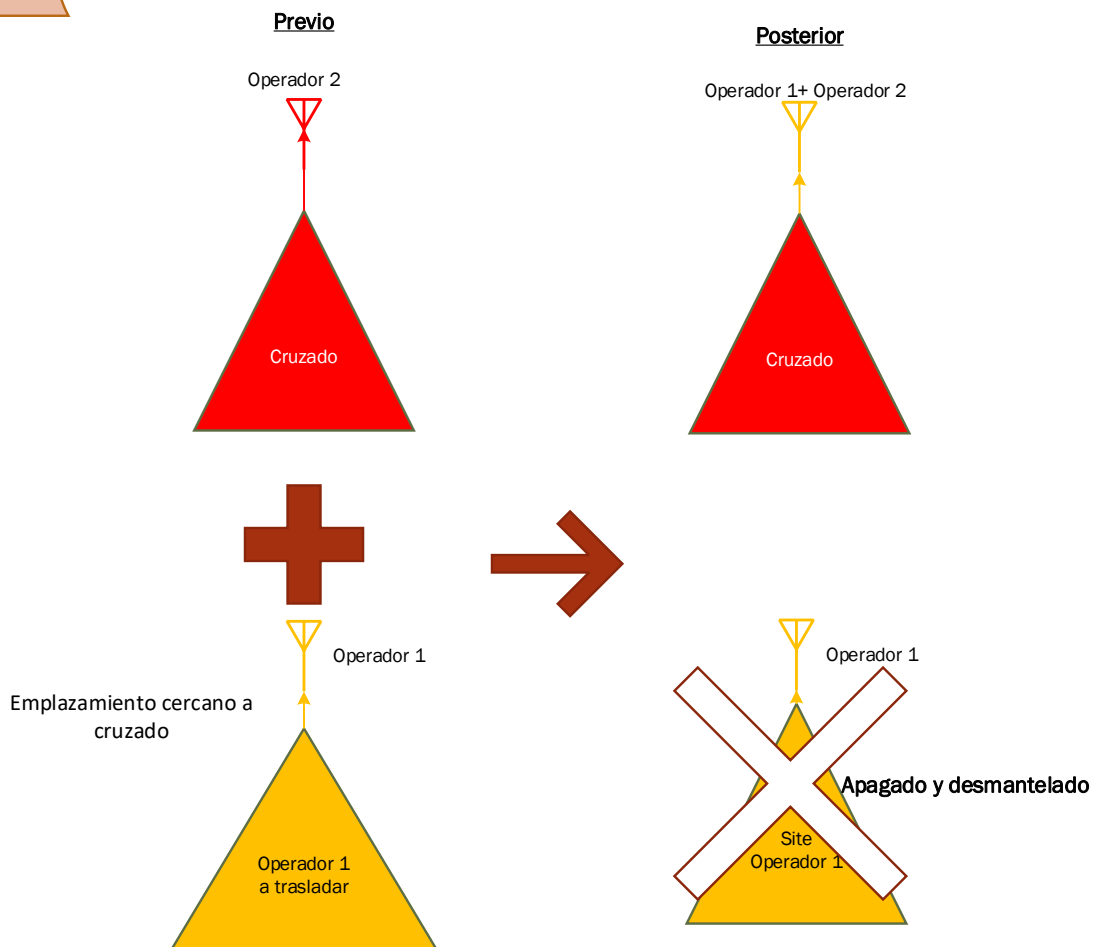


Figura 1-6. Resumen de trabajos por OSP en traslados.

Emplazamiento  
Cruzado-NCR

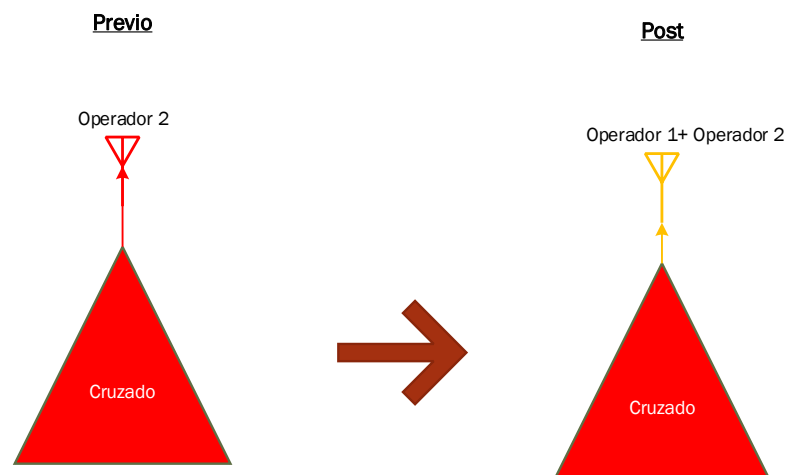


Figura 1-7. Resumen trabajos de OSP en puntos de nueva cobertura



## 2 PREDISEÑO DEL SISTEMA RADIANTE

La primera fase operativa del presente proyecto, consiste en la recepción del pedido (Figura 2-1) aprobado en solicitud de propuesta o Request For Proposal (RFP) por parte del Operador 1. El proceso previo incluida la RFP, queda fuera del enfoque inicial.

Tras la recepción del pedido se redacta un diseño previo que empleará el técnico en campo para comprobar si es posible ejecutarlo (Figura 2-1).

Se dispone de un periodo de dos semanas o SLA<sup>1</sup> para concluir los trabajos descritos en secciones 2, 3 y 4.

Otro aspecto que se tendrá en cuenta en el proyecto y que ya ha sido descrito en la sección introductoria, será que Operador 2 -VDF será a su vez cliente del Operador 1-OSP.



Figura 2-1. Flujo Sección 2: Prediseño SSRR.

Este pedido consta de multitud de campos informativos. Los empleados para el prediseño son:

- Configuración inicial y final del operador Operador 1:

Id único	Código de nodo nuevo	Configuración Actual Operador 1	Configuración Final Operador 1
849320	AND87300	BEFKLN <sup>2</sup>	EFLMNT

Tabla 2-1. Tecnologías iniciales y finales Operador 1

<sup>1</sup> Acuerdo de nivel de servicio. Tiempo de respuesta del proveedor del servicio(métrica).

<sup>2</sup> BEFMNLTC: nomenclatura interna para designar a las distintas tecnologías del Operador 1. Por orden corresponden a UMTS2100, GSM900, UMTS900, LTE800, LTE1800, LTE2600, LTE2100, NB-IoT sobre banda de 800MHz.

- Configuración inicial<sup>3</sup> y final del Operador 2:

<b>Id único</b>	<b>Código Site Operador 2</b>	<b>Configuración Final Operador 2<sup>4</sup></b>
849320	AL73L00	EFLMN

Tabla 2–2. Tecnologías iniciales y finales Operador 1

- Bandas radio baja, media y alta (low, mid y high) objetivo

<b>Id único</b>	<b>Código de nodo nuevo</b>	<b>Código Site Operador 2</b>	<b>Baja frecuencia<sup>5</sup> (700-800-900)</b>	<b>Frecuencia media<sup>6</sup> (1800-2100)</b>	<b>Alta frecuencia<sup>7</sup> (2600)</b>
849320	AND87300	AL73L00	RRU55090t B8/B20/700 <sup>8</sup>	RRU55020w B1/B3	RRU53040 B7

Tabla 2–3. Equipos radio multiportadora

- Tarjetas banda base<sup>9</sup> objetivo

<b>Id único</b>	<b>Código de nodo nuevo</b>	<b>Código Site Operador 2</b>	<b>Baseband objetivo</b>
849320	AND87300	AL73L00	2xUBBPg3 + 1xUBBPg1 + UBBPd6/e4 (reuso)

Tabla 2–4. Tarjetas de banda base

- Sistema radiante objetivo

<b>Id único</b>	<b>Código de nodo nuevo</b>	<b>Código Site Operador 2</b>	<b>Sistema radiante objetivo si NO hay tocar (nº de puertos en bandas bajas y bandas altas)</b>
849320	AND87300	AL73L00	2L4H <sup>10</sup>

Tabla 2–5. Número de puertos objetivo en antena.

<sup>3</sup> Configuración inicial para Operador 2 no es necesaria. Ingeniería externa será la encargada de pasar plantillas de integración en base al diseño final que ingeniería le facilita.

<sup>4</sup> Las tecnologías previas del Operador 2 no son relevantes para la ingeniería de Operador 1 porque no diseñarán los parámetros radio, solo se tienen en cuenta para que pueda diseñarse correctamente a nivel hardware.

<sup>5</sup> Low Band Radio. En adelante se hará referencia a ella como LB

<sup>6</sup> Mid Band Radio. En adelante se hará referencia a ella como MB

<sup>7</sup> High Band Radio. En adelante se hará referencia a ella como HB

<sup>8</sup> Códigos estándar de 3GPP para distinguir unoquívocamente a una banda de frecuencia

<sup>9</sup> En adelante se hará referencia a ellas como tarjetas BB o baseband

<sup>10</sup> Número de arrays de baja (700-900) MHz y alta (1800-2600) MHz en antena

- Controladora objetivo:

Id único	Código de nodo nuevo	Código Site Operador 2	INTERCAMBIO CONTROLADORA	CONTROLADORA
849320	AND87300	AL73L00	Sí	BBU59000

Tabla 2–6. controladora compatible con 5G standalone y hacia atrás

- BSC y RNC Operador 1:

Id único	Código de nodo nuevo	Código Site Operador 2	BSC Operador 1	RNC Operador 2
849320	AND87300	AL73L00	AND75B01	AND950R01

Tabla 2–7. BSC y RNC a integrar

- Clúster:

Id único	Código de nodo nuevo	Código Site Operador 2	Clúster Operador 1
849320	AND87300	AL73L00	AL0013

Tabla 2–8. Clúster del que es parte

- Sectores actuales y finales:

Id único	Código de nodo nuevo	Código Site Operador 2	Sectores actuales	Sectores finales
849320	AND87300	AL73L00	3	3

Tabla 2–9. Sectores para diseñar

Con los requisitos facilitados en las tablas anteriores junto con las reglas de diseño<sup>11</sup> generales acordadas en la RFP se redacta el siguiente prediseño hardware:

- Partiendo del diseño previo en el que se halla instalada una antena ASI45818r14v06 (Figura 2-2) con dos arrays de baja y cuatro de alta, uno de ellos libre. Desde los puertos de antena, parten 5 tiradas de coaxial que dan servicio a:
  - U2100 que se encuentra en una configuración macro<sup>12</sup> unido por cable coaxial<sup>13</sup> de 7/8” entre puerto de antena que proporciona dicho servicio y su unidad radio principal (MRFU) en interior de caseta. En la misma situación macro se encuentran
  - GU900 y L1800 se encuentran en la misma situación macro, pero ambas tecnologías se encuentran diplexadas en la misma tirada principal compuesta de cable coaxial de 7/8” de 30m de longitud hasta diplexores en caseta y antena, respectivamente. Desdiplexadas las tecnologías, parten tiradas de 1/2” desde los diplexores hasta su correspondiente unidad radio principal, en caseta y puerto de antena.

<sup>11</sup> Reglas generales acordadas entre suministrador de material y departamento de diseño radio de la operadora tras diversos ensayos, conocidos como puestas al aire o puesta al aire o puesta On Air (POA).

<sup>12</sup> Unidad radio en caseta, normalmente en mismo rack de la controladora

<sup>13</sup> Pese a no estar detallado en Figura 2-2, el último tramo de conexión en dirección hacia puertos de la antena se emplean transiciones hacia 1/2” y se termina con coaxial de este último calibre.

- L2600, a diferencia del resto, se encuentra configurado como estación base distribuida (DBS) con unidades radio remotas (RRU) a 6m de la antena a la que se conecta con 2 pares de tiradas cortas de coaxial 1/2" y hacia la controladora mediante cable de fibra óptica de 30m de longitud que termina en las interfaces CPRI<sup>14</sup> de las distintas tarjetas BB.

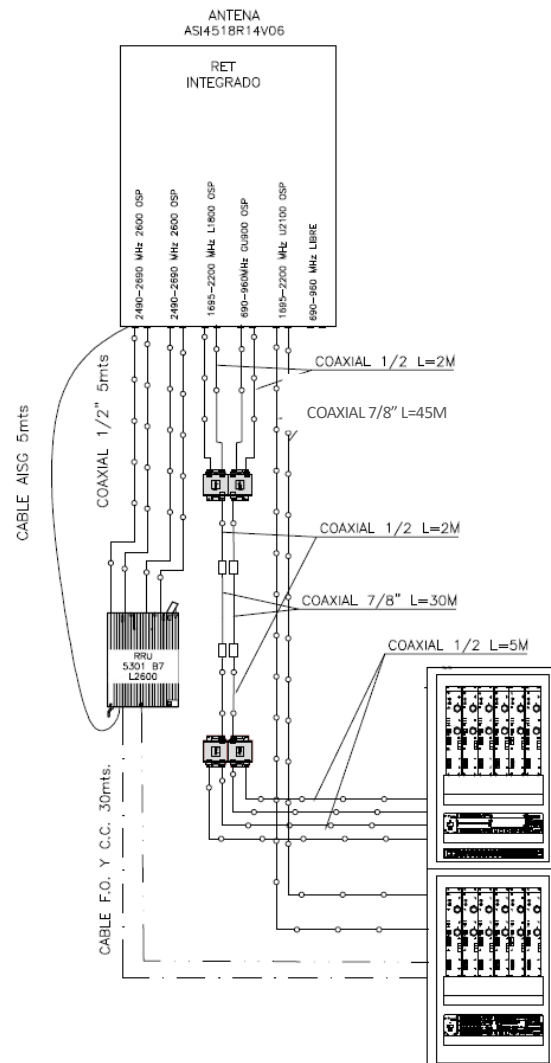


Figura 2-2. Prediseño sistema radiante inicial. Sector 2.

El esquema correspondiente a estado inicial del prediseño (Figura 2-2), se repite para los tres sectores de la estación base con la salvedad de que el hardware representado en el rack es el total empleado en la instalación, compuesto de tres unidades radio principales o MRFU para cada una de las tecnologías en macro que hace un total de doce. Estas se conectan a las interfaces CPRI de las tarjetas BB mediante un panel trasero o back panel por medio de FO. Este esquema se corresponde con sector 2, para sector 1 y 3 sólo difieren las longitudes de las tiradas de FO y coaxial 7/8" finalmente el cuadro de tilt previo mecánico (M) y eléctrico de cada una de las bandas queda recogido en Figura 2-3.

<sup>14</sup> Interfaz o puerto gobernado por protocolo que le da nombre (Common Public Radio Interface) y que permite conectar los cables de fibra óptica en tarjeta BB. Hoy día su interfaz es óptica

TILT	900		1800		2100		2600		2600	
	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E
SECTOR 1	0,2	4	0,2	3	0,2	2	0,2	3	0,2	3
SECTOR 2	0,4	5	0,4	4	0,4	2	0,4	2	0,4	2
SECTOR 3	0,6	6	0,6	4	0,6	3	0,6	3	0,6	3

Figura 2-3. Estado actual de tilt eléctricos en antenas.

- Partiendo del diseño inicial (Figura 2-2) se redacta el diseño final en el que se propone reutilizar la antena actual (Figura 2-4) primero, porque cumple con el objetivo en número de bandas indicada en tabla 2-5 y segundo, porque el site se encuentra emplazado en azotea y probablemente por motivos de legalización y/o condicionante de la propiedad así lo ordenaron. Tras la citada antena, parten tiradas, cortas, de coaxial ½” de 6m de longitud que portarán el servicio de las siguientes tecnologías finales:
  - GU900 y L800: configurada en distribuido, parte de los puertos de baja frecuencia de antena, c y f (Figura 2-4 y Figura 2-6), hasta la unidad radio remota o RRU 5509t fijada a soporte en trípode anclado a forjado. Hay que destacar la importancia del empleo de un par de puertos o PA de la RRU para el servicio de GU900 configurada en 1T2R<sup>15</sup> y otro par para L800 configurado en 2T4R, unidos mediante coaxial ½”, debido a que esta misma RRU dará servicio a GU900 y L800 de ambos operadores es importante seguir la anterior configuración para no cometer el error de superposición de frecuencias en fase de implementación.
  - L2100/L1800/U2100: configurada de nuevo en distribuido, parte de los puertos de frecuencia media b y d (Figura 2-4 y Figura 2-6) de antena hasta la unidad radio remota o RRU 5502w, fijada al mismo soporte en trípode anclado a forjado de RRU5509t, mediante dos pares de coaxiales. Como se describirá en 4.1.1.3, la RRU 5502w permite radiar con diversidad 4T4R, propiedad empleada en las portadoras LTE de banda alta.
  - L2600: también se optará por una configuración distribuida, comienza en los puertos de alta frecuencia a y e (Figura 2-4 y Figura 2-6) de antena hasta unidad radio remota o RRU 5304 fijada al mismo soporte en trípode que las anteriores que se dispondrán en bandera<sup>16</sup>, en cada uno de sus tres sectores. También se empleará diversidad 4T4R, por lo que la unión entre puertos de antena y RRU se hará mediante 2 pares de coaxiales.

Para cada uno de los tres sectores se instalará dos cables de fibra óptica y uno de alimentación desde las RRU multiportadora (5509t y 5502w), hasta las interfaces CPRI de las tarjetas BB. En cambio, para RRU 5304 se instalará un cable de fibra óptica y otro de alimentación por sector. Las longitudes dependerán en cada caso de la distancia del tubo soporte a la caseta, es decir, serán tiradas de 15m (sector 1), 30m (sector 2) y 65m (sector 3) que discurrirán por rejiband existente en pretil atravesando el pasamuros en caseta. En esta se intercambiarán las anteriores controladoras por nueva BBU5900 con tarjetería indicada en Tabla 2-4.

En cuanto al diseño final de tilt (Figura 2-5), se optará por dejar a 0° el grado de tilt mecánico en todos los sectores e impactar mínimamente el grado de tilt eléctrico respecto a valores previos (Figura 2-3) salvo en las tecnologías que radiaban de forma previa de forma independiente (RRU o MRFU) y tras la actualización quedan consolidadas en radios multiportadora, como es el caso de U2100 (1T2R) que adoptará el grado de tilt eléctrico de L1800 (4T4R). Para las tecnologías que sean configuradas en 4T4R deben tener el mismo grado de tilt eléctrico para los dos puertos de antena, de lo contrario las estadísticas de diversidad (MIMO<sup>17</sup>) podrían llegar a degradar.

<sup>15</sup> Forma de indicar la diversidad. Detalle en notación.

<sup>16</sup> Término empleado para indicar la posición de las RRU en paralelo, similar a cómo lo hacen las banderas en edificios públicos.

<sup>17</sup> Múltiple entrada, múltiple salida. Innovación en comunicaciones que para mejorar el rendimiento mediante el empleo de más de una antena en transmisión y recepción.

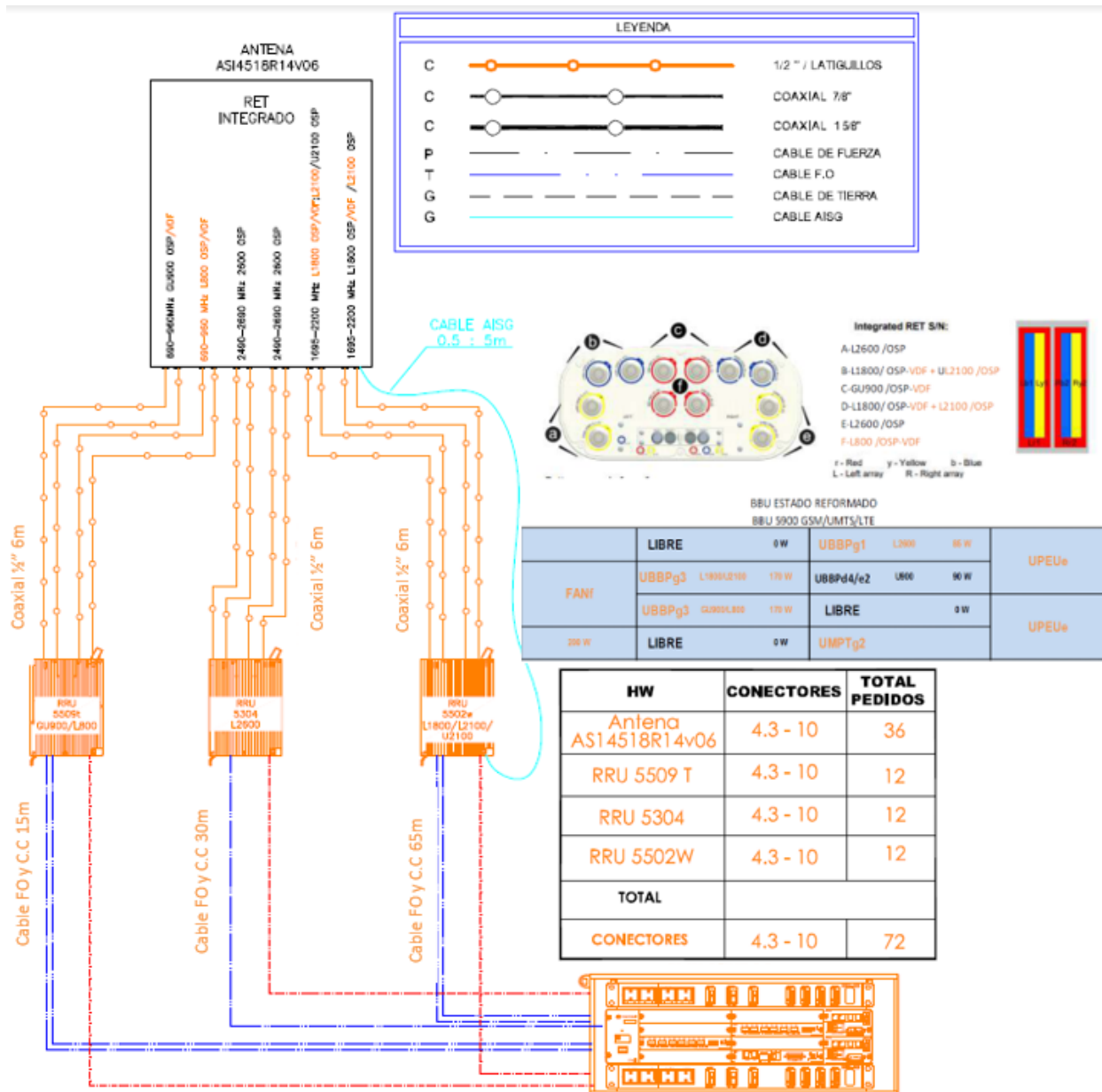


Figura 2-4. Esquema sistema radiante final en prediseño

TILT	800		900		1800/2100		2100/1800		2600		2600		DT KIT
	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	
SECTOR 1	0	4	0	4	0	3	0	3	0	3	0	3	SI
SECTOR 2	0	5	0	5	0	3	0	3	0	2	0	2	SI
SECTOR 3	0	6	0	6	0	4	0	4	0	3	0	3	SI

Figura 2-5. Diseño final de tilts eléctricos puertos antenas.

La documentación gráfica de Figura 2-2 a Figuras 2-6, junto con su descripción y datos completos de localización, son recepcionados por técnico de campo encargado del replanteo in situ.

Los aspectos y reglas generales marcadas por el Operador 1 y suministrador de hardware de diseño son:

- Empleo de antenas con la mayor longitud posible siempre que se cumpla con pedido (Tabla 2-5),



compatibilidad con nuevo interfaz radio (NR<sup>18</sup>) y normativa en materia de infraestructura, legislación municipal (altura máxima) y certificación radioeléctrica. Las antenas en catálogo de la norma base tendrán las siguientes longitudes y empleos típicos:

- 2,5m: Uso típico en torres. No es muy habitual su uso en azoteas.
- 2m: Uso típico en torres con sobrecarga al viento u azoteas.
- 1,5m: Uso típico en azoteas con restricciones en estudio de medidas radioeléctricas (EMR).
- La antena, salvo situaciones u escenarios justificados, debe disponer de control remoto de tilt eléctricos (RET) gobernadas mediante unidades de control remoto (RCU), preferiblemente integradas en antena respecto de las unidades externas, que permiten modificar el diagrama de radiación de forma eléctrica. Todas las antenas del suministrador principal se conectan al RET por cable a través de su interfaz AISG 2.0/3GPP (Figura 2-6).
- En caso de empleo de antenas de un suministrador distinto al principal, previa justificación al Operador 1, se deberá comprobar la compatibilidad del cable de RET estándar y si fuese necesario aclarar con nuevo suministrador su compatibilidad. Que en caso negativo habría que tenerlo en cuenta en el presupuesto de material.
- Prohibido el uso de unidades radio principales (MRFU) en caseta. La configuración siempre debe ser distribuida (DBS), ya que permite un ahorro económico en coaxiales de gran sección además de un mejor desempeño al encontrarse de forma general próximas a la antena, evitando de este modo el uso de amplificadores de potencia (TMA).
- El último tramo de coaxial hacia puertos de antena entre RRU y ésta, deben emplearse jumpers<sup>19</sup> preconectorizados de fábrica. El tipo de coaxial a emplear depende de la longitud a unir (Tabla 2-10).

Tabla 2–10. Sección coaxial según longitud

Coaxial	Longitud (m)
½"	<20
7/8"	[20,40]
1 5/8"	>40

- Unidades radio remotas, serán descritas en 4.1.1.3 con mayor detalle, pero en todos los emplazamientos se intercambiarán por:
  - RRU5509t para dar servicio de baja frecuencia: GU900, L800, NB-IoT en LTE 800 y futuro 5G stand alone en banda de 700 MHz.
  - RRU5502w para dar servicio de frecuencia media: LU2100, L1800. En la actualidad se integran portadoras de 5G DSS en banda de 2100MHz, permitiendo disfrutar de los beneficios de la nueva interfaz radio (NR) compatible con 5G.
  - RRU5304 para dar servicio de alta frecuencia: en la banda de 2600MHz.
- La unión entre RRU y tarjetas de BB en controladora (BBU) siempre se hará mediante fibra óptica.
- Siempre se hará intercambio de controladoras a nueva BBU 5900. Además, de ser parte fundamental de la nueva interfaz radio (NR) permite alojar la estación base 2G, nodoB de 3G y e-nodoB de 4G, simplificando la solución en caseta, además de liberar espacio en la misma.
- Intercambio de distribuidor de corriente continua a versión 16-D: DCDU<sup>20</sup>-16D. En sección 4.1.2 se detallará aspectos fundamentales sobre conexión.

<sup>18</sup> Nuevo interfaz compatible con nuevo paradigma 5G y hacia atrás, con generaciones anteriores (2G, 3G y 4G)

<sup>19</sup> Coaxial ½" preconectorizado de fábrica. Cumple estándares de PIM

<sup>20</sup> Distribuidor de corriente continua.

- Tarjetas BB: de forma general se incluyen en pedido, pero en caso contrario en apartado 4.1.1.6 serán descritas en cuanto a capacidad de portadoras puedan dar servicio.
- Los conectores empleados en puertos de antena y RRU serán del tipo 4.3-10, cuya principal característica es su excelente comportamiento en la intermodulación pasiva o PIM, patología presente en sistemas de telecomunicación.

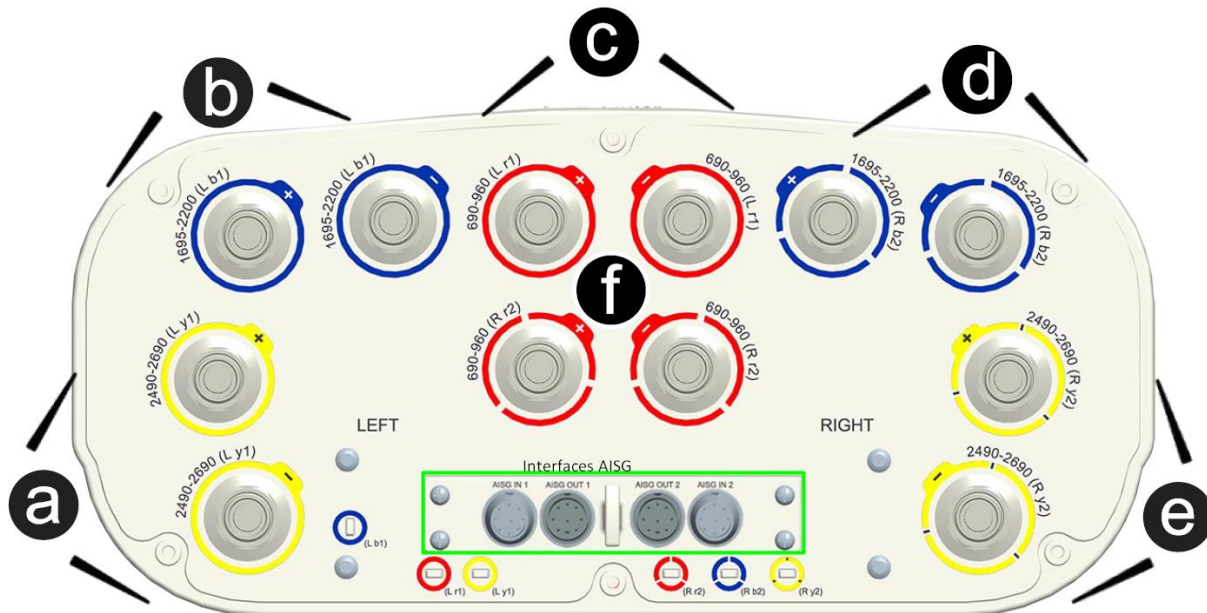


Figura 2-6. Interfaces antena.

## 3 REPLANTEO Y MEDIDAS

La solución adoptada en el prediseño junto con información de localización y permisos de acceso es recepcionada por técnico de campo el cual es el encargado del replanteo in situ del nodo y realización de medidas con sonda electromagnética. Este procedimiento de replanteo se lleva a cabo de manera masiva y empleando algoritmos de optimización conocido como el problema del viajante que optimizan dicha tarea.

Para no desviar el enfoque inicial del proyecto omitiremos el proceso asociado a la obtención de permisos de acceso y llaves.

La labor del técnico desplazado en campo se divide en las fases que se indican en la Figura 3-1.



Figura 3-1. Flujo sección 3: Replanteo y medidas.

### 3.1. Acta de factibilidad

Este entregable tiene como finalidad indicar si es posible llevar a cabo el pedido del cliente, en tiempo y forma prevista, evitando bloqueos en estudios posteriores.

En el caso concreto del emplazamiento AND87300, se muestra en la Tabla 3-1:

Tabla 3–1. Factibilidad en site AND87300

<b>SITE:</b>	AND87300	
<b>DATOS BÁSICOS</b>	TITULAR SITE:	OSP
	OTRO OPERADOR EN EL EMPLAZAMIENTO:	TME
	CENTRO ALTA PRIORIDAD <sup>21</sup>	NO
	ENTORNO:	URBANO
	TORRE/MÁSTIL AZOTEA:	MÁSTIL EN FACHADA
	SLIM:	NO
	MIMETIZADO:	NO
<b>SSRR</b>	¿EMPLAZAMIENTO COMPARTIDO?	NO
<b>TX</b>	FIBRA ÓPTICA/ RADIOENLACE:	RADIOENLACE
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	¿NECESIDAD DE GRÚA?	NO
<b>COMENTARIOS adicionales:</b>	BOMBIN ABLOY HACE CLÍCK, PERO NO GIRA CORRECTAMENTE-> REPARAR	
	ACCESO MEDIANTE ESCALERA U ASCENSOR. DIMENSIONES PUERTA DE ACCESO A AZOTEA (2,10mX0,90m) -> NO PRESENTA PROBLEMAS DE ACCESO AL MATERIAL	
	AZOTEA NO TRANSITABLE POR PÚBLICO GENERAL SALVO LABORES DE MANTENIMIENTO DEL EDIFICIO Y ANTENAS -> SE ACONSEJA MEDIR CON SONDA EN LA MISMA	
	PARA LABORES DE MANTENIMIENTO EN ANTENAS Y ÚLTIMO TRAMO DE SISTEMA RADIANTE (COAXIAL) SERÁ NECESARIO ALPINISTA -> ANTENAS EN FACHADA	
	POSIBLE NECESIDAD DE VALLADO POR INFLUIR EL PARALEPEPÍEDO DE SEGURIDAD EN ZONAS TRANSITABLES POR OPERARIOS DE MANTENIMIENTO DEL EDIFICIO. NO DISPONE DE CARTELERÍA OBLIGATORIA EN PUERTA DE ACCESO AZOTEA NECESARIO PARA APROBACIÓN DE EMR	

<sup>21</sup> Centrales de telefonía conmutada, central eléctrica o similar que requieran de permisos especiales.

## 3.2. Acta de replanteo

### 3.1.1 Reportaje fotográfico

#### 3.1.1.1 Acceso

Información gráfica en la que se describe los medios de acceso hasta azotea dónde se localizan caseta de equipos y antenas



Figura 3-2. Medios de acceso al site AND87300.

#### 3.1.1.2 Emplazamiento



Figura 3-3. Fotografía general del emplazamiento AND87300.

#### 3.1.1.3 Equipos outdoor e indoor



Figura 3-4. Izq: SSRR en entrada a caseta. Der: RRUs de LTE2600



Figura 3-5. Antena sector 1 y zona bajo influencia



Figura 3-6. Antena sector 2 y zona bajo influencia



Figura 3-7 Antena sector 3 y zona bajo influencia





Figura 3-8 Controladora 2G/3G y tiradas de FO a CPRI de tarjetaBB



Figura 3-9 MRFU en rack de 2G/3G



Figura 3-10 MRFU en rack de 4G

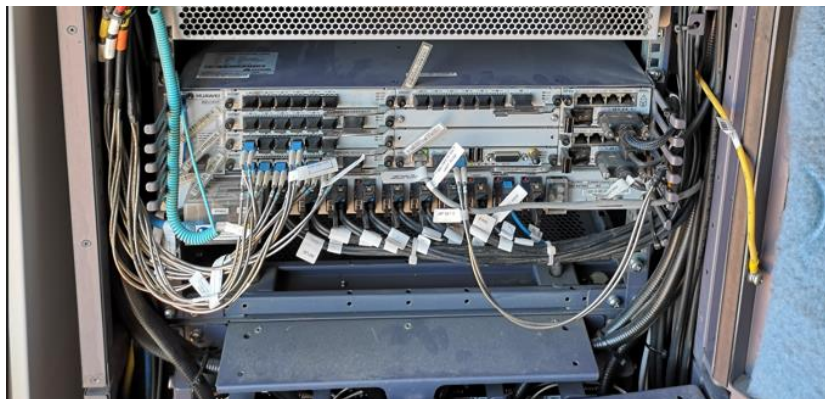


Figura 3-11 Controladora 4G y tiradas de FO a CPRI de tarjeta BB



Figura 3-12 Equipo actual de alimentación continua. Compuesto de 5 rectificadores



### 3.1.2 Acta de campo

Formulario que permite a los ingenieros de diseño revisar y/o modificar el mismo. Este constará de los siguientes puntos:

#### 3.1.2.1 Información sobre emplazamiento

SECCIÓN 1 / SECTION 1: INFORMACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO / INFORMATION ABOUT SITE										
DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO / SITE DESCRIPTION										
Código Site / Site Code	Zone	Propietario del Site / Site Owner			Coordenadas / Coordinates					
AND87300	R5	OSP			37 13 49.45N		03 49 10.38W			
Site Alta priorización										
No										
Dirección / Address		CAMINO DE LACHAR,50								
Provincia / Province		Granada		Municipio / Township		Granada				
INFORMACIÓN DE ACCESO AL EMPLAZAMIENTO / SITE ACCESS INFORMATION										
Persona Contacto / Contact Person			Teléfono / Phone			Requiere FAX-Email/ Requires FAX-Email				
Horario Trabajo / Working Time			Tipos de Llaves / Keys Types							
Desde / From		Hasta / To		Emplazamiento / Site			Armarios / Cabinets			
9:00		14:00		LOCKEN OSP+OUTDOOR			BTS6900			
INFORMACIÓN DE ACCESO DE MATERIALES Y EQUIPOS / SITE ACCESS INFORMATION FOR EQUIPMENTS AND MATERIALS										
Vía de acceso más estrecha (puerta, pasillo, etc.) Smaller Access Way (door, hallway, etc.)					¿Camino Pavimentado? / Paved Road?					
					Sí					
					¿Requiere Grúa? (Altura) / Requires Crane?					
					No					
					¿Tipo de Grúa? (Altura) / Type of Crane? (Height)					
					NA					
					¿Requiere alpinistas? / Requires Climbers?					
					Sí					
Ancho/width 90 cm X Alto/height 210 cm										
CONFIGURACIÓN FÍSICA DEL EMPLAZAMIENTO / PHYSICAL SITE CONFIGURATION										
Tipo de Site / Type of Site		Antenas Ubicación / Antenna Location			Equipos Ubicación / Equipments Location					
Urbano/Urban		En Pared/On Wall			Caseta en Azotea/Shelter on Rooftop					
CONFIGURACIÓN ACTUAL DEL EMPLAZAMIENTO / CURRENT SITE CONFIGURATION										
OSP CONFIGURATION										
EXISTENTE / EXISTING	Tecnología	Tipo Type	Sectores	Tecnología	Tipo Type	Sectores	Tecnología	Tipo Type	Sectores	
	GU900	Macro	3							
	U2100	Macro	3							
	L1800	Macro	3							
	L2600	DBS	3							
NUEVAS TECNOLOGÍAS ORANGE O SHARING A AGREGAR EN EL SITE / NEW ORANGE OR SHARING TECHS TO ADD IN SITE										
		L800	G900	U900	G1800	L1800	U2100	L2600	L2100	
OSP		Sí							Sí	
VDF		Sí	Sí	Sí		Sí		Sí		
Instalar SSRR o MW requiere corte en OSP? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No         El corte afecta a otro operador? <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí         Servicio recuperable para otro operador? <input type="checkbox"/>										
INFORMACIÓN DEL PERSONAL ASISTENTE AL REPLANTEO / INFORMATION OF THE ATTENDERS TO THE SITE SURVEY										
Contrata / Partner			Fecha / Date							
			Día Mes Año 15 Jun 2021							
Técnico 1 / Technician 1			Técnico 2 / Technician 2			Técnico 3 / Technician 3			Técnico 4 / Technician 4	
Nombre/Name			Nombre/Name			Nombre/Name			Nombre/Name	
Técnico A / Technician A			Técnico B / Technician B							
TLF/Phone			TLF/Phone			TLF/Phone			TLF/Phone	

Figura 3-13 Información descriptiva del emplazamiento

## 3.1.2.2 Situación actual

CONFIGURACIÓN DE ANTENAS EXISTENTE / EXISTING ANTENNA CONFIGURATION									
ANTENNA TYPE 1									
Marca/Brand - Model		Huawei		ASI4518R14v06					
Haz Horizontal / HPBW		60º							
Longitud/Lenght (cm)		1,5m							
¿Desmontar?/Dismantle?		No							
¿Compartida?/Shared?		No		¿Operador? / Operator?					
TIPO / TYPE		Panel							

CONFIGURACIÓN DE ANTENAS EXISTENTE					SECTOR 1							
Tecnologías/Technologies					Azimet (º)	Mechanic Tilt (º)	Electric Tilt (º)	Pole (m)	Height (m)	RET	TMA	SBT
Port 1	GU900 /OSP				10	0,2	4	3	41,8	SI	NO	NO
Port 2	L1800 /OSP						3				NO	
Port 3	U2100 /OSP						2				NO	
Port 4	L2600 /OSP						3				NO	
Port 5	L2600 /OSP						3				NO	
Port 6	Libre											
Port 7												
Port 8												

CONFIGURACIÓN DE ANTENAS EXISTENTE					SECTOR 2							
Tecnologías/Technologies					Azimet (º)	Mechanic Tilt (º)	Electric Tilt (º)	Pole (m)	Height (m)	RET	TMA	SBT
Port 1	GU900 /OSP				100	0,4	4	3	41,8	SI	NO	NO
Port 2	L1800 /OSP						3				NO	
Port 3	U2100 /OSP						2				NO	
Port 4	L2600 /OSP						3					
Port 5	L2600 /OSP						3					
Port 6	Libre											
Port 7												
Port 8												

CONFIGURACIÓN DE ANTENAS EXISTENTE					SECTOR 3							
Tecnologías/Technologies					Azimet (º)	Mechanic Tilt (º)	Electric Tilt (º)	Pole (m)	Height (m)	RET	TMA	SBT
Port 1	GU900 /OSP				220	0,6	4	3	41,8	SI	NO	NO
Port 2	L1800 /OSP						3				NO	
Port 3	U2100 /OSP						2				NO	
Port 4	L2600 /OSP						3					
Port 5	L2600 /OSP						3					
Port 6	Libre											
Port 7												
Port 8												

¿EXISTENTES COMBINADORES?/ARE THERE COMBINERS?									
¿Retirar? / Remove?	Tipo / Type	Marca/Brand	Modelo/Model	Frecuencias Multiplexadas			Sector 1	Sector 2	Sector 3
				F1	F2	F3			
SI	Diplexor	Kathrein	A	L1800 /OSP	GU900 /OSP		1	1	1

TIPOS DE RRU INSTALADAS EN EL EMPLAZAMIENTO / TYPES RRU INSTALLED ON SITE							
¿EXISTEN RRU?/ARE THERE RRU?				Ubicación de la RRU / RRU Location		Altura RRU / Height RRU (m)	
¿Retirar?	A	B	C	D	Mástil (RRU)/Mast (RRU)		40
SI							

Comentarios SSRR existente / Remarks Existing SSRR		Reutilizar sólo antena Rijiband con espacio libre para posibles tiradas de FO
--	--	--

Figura 3-14 Descripción sistema radiante actual

Cadenas de Baterías/Batteries Strings				Descripción de la Batería/Batteries Description					
Equipo Fuerza	Instalados/Installed	Crecimiento/Growth	Marca/Brand	Modelo/Model	Volts	TOTAL Charge (Ah)	Fecha de Instalación		
1	1	1	Génesis	12TD10F4	12V	102	May	2018	
							May	2018	

Estados/Status				Módulos Rectificadores/Rectifier Modules					
Equipos	Voltage	Consumo	Max	Marca	Modelo	Correcto	Dañado	Slots	
Fuerza	Voltage	Load (A)	Current (A)	Brand	Model	Working	Broken	Libre/Free	
1	48.00	12.80	30.00	TEBECOP	3348B44A	4	0	1	
2									
3									
4									

Figura 3-15 Alimentación y backup de baterías

DESCRIPCIÓN DE LOS ARMARIOS Y RACK DEL EMPLAZAMIENTO / DESCRIPTION OF THE CABINETS AND RACK OF THE SITE														
¿Retirar? Remove?	ITEM	Tipo	Propietario	Marca	Modelo	Tech	Cable	Tech	Cable	Tecnologías en el Armario/Technologies inside the cabinet				
		Type	Owner	Brand	Model					Tech	Cable	Tech	Cable	
No		Indoor	Orange	Huawei	BTS3900_ver_D		GU900	Macro	U2100	Macro	L1800	Macro	L2600	DBS
No		Indoor	Orange	Huawei	BTS3900_ver_D									
No														
No														
Huellas Disponibles/Footprint Availables				Area(cm)		Height (m)		Cant/QTY	2	Comments	No disponemos de huellas libres en caseta de equipos			

Figura 3-16 Cabinets y tecnologías albergadas en las distintas controladoras

BBU Model				BBU3900 (02319940)				BBU Model				BBU3900 (02319940)			
FANe	UBBPd4		U900		GTMUc	G900	UPEUc	FANe	UBBPd6		L1800				UPEUc
	UBBPd4		U900		GTMUc	G900	UPEUc		UBBPd6		L1800				UPEUc
	UBBPd4		U900		GTMUc	G900	UPEUc		UBBPd6		L1800				UPEUc
	UBBPd4		U900		GTMUc	G900	UPEUc		UBBPd6		L1800				UPEUc
Model		Tech 1	Tech 2	Model	Tech 1	Tech 2		Model		Tech 1	Tech 2	Model	Tech 1	Tech 2	

COMENTARIOS  
GENERALES  
GENERAL COMMENTS

Según prediseño y reglas generales de diseño sólo reutilizamos antena

Figura 3-17 Esquema de distribución de slots en para BB

### 3.3. Medidas radioeléctricas

El técnico realiza medidas de campo electromagnético con sonda isotrópica debidamente calibrada. Estas medidas serán previas a la actualización en interfaz radio que se llevará a cabo. Se les denomina, “Medidas en Fase 1”.

El certificado de calibración (Figura 3-18) tiene un periodo de validez de dos años desde el día en que la entidad reguladora emite dicho certificado.

 <p>Los puntos marcados con (\$) no están amparados por la acreditación de ENAC</p>		<p><b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> Certificate of Calibration</p> <p>Número <b>21/06120</b> Number</p> <p>Página 1 de 8 páginas Page 1 of 8 pages</p>	
<p>LabCal - Wavecontrol Laboratorio de calibraciones radioeléctricas C/ Pallars 65-71 08018 Barcelona</p>			
<b>OBJETO</b> <i>Item</i>	Medidor de campo electromagnético + Sonda isotrópica de campo eléctrico		
<b>MARCA</b> <i>Mark</i>	Wavecontrol		
<b>MODELO</b> <i>Model</i>	Medidor: SMP Sonda: WPF8		
<b>IDENTIFICACIÓN</b> <i>Identification</i>	Medidor: 10SM0037 Sonda: 21WP041244		
<b>SOLICITANTE</b> <i>Applicant</i>	Wavecontrol C/ Pallars 65-71 08018 Barcelona		
<b>FECHA/S DE CALIBRACIÓN</b> <i>Date/s of calibration</i>	08/03/2021		
<b>Signatario/s autorizado/s</b> <i>Authorized Signatory/ies</i>	<b>Fecha de emisión:</b> 10/03/2021 <i>Date of issue</i>		
 Álvaro Granero Laboratory Technician		 Documento certificado por ALZ LABOR CALIBRACIÓN Módulo: Señal Digitalizado según ENAC 10/03/2021 SCT Laboratorio de Calibración Laboratory Director	
<p>Este certificado se emite de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedidas por ENAC, según norma ISO 17025, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales e internacionales. ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo (MLA) de certificados de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC). Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Wavecontrol.</p> <p><i>This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC, according to standard ISO 17025, which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards. ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC). This Certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of Wavecontrol.</i></p>			

Figura 3-18 Certificado calibración Sonda

Las fotos de los puntos de medidas se deben hacer con el display del medidor orientado hacia la cámara según se indican en la Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones, en su anexo IV establece el procedimiento para la realización de medidas en Fase 1, Fase 2 y Fase 3, dependiendo del grado de precisión y de las características del proceso de mediciones, así como una fase previa a las mediciones.

La complejidad en la realización de las medidas en cada una de esas tres fases es distinta. La fase más sencilla es la realización de medidas en Fase 1 (vista rápida del ambiente radioeléctrico), dado que mide únicamente los niveles de exposición radioeléctrica total en banda ancha con sondas isotrópicas, sin llegar a determinar el

nivel relativo a cada banda o frecuencia. Esta fase es aplicable en la mayoría de los casos.

A estos efectos, se considera que son profesionales competentes para la realización de medidas de niveles de exposición radioeléctrica en Fase 1 las personas físicas que se encuentren en alguna de las situaciones:

- Ser técnicos competentes en materia de telecomunicaciones.
- Disponer el título de Técnico superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos.
- Disponer de un certificado de profesionalidad que acredite competencias profesionales incluidas en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales relativas a las materias:
  - IFC366\_3 – Mantenimiento de segundo nivel en sistemas de radiocomunicaciones.
  - ELE485\_3 – Gestión y supervisión del montaje y mantenimiento de equipamiento de red y estaciones base de telefonía.
  - ELE487\_3 – Gestión y supervisión del montaje y mantenimiento de sistemas de producción audiovisual y de radiodifusión.
- Tener reconocida una competencia profesional adquirida por experiencia laboral o por vías no formales de formación, conforme a lo establecido en el Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral, en las actividades:
  - UC1222\_3 – Coordinar la puesta en servicio de sistemas de radiocomunicaciones de redes fijas y móviles.
  - UC1571\_3 – Gestionar y supervisar los procesos de montaje de estaciones base de telefonía.
  - UC1580\_3 – Gestionar y supervisar el montaje de sistemas de transmisión para radio y televisión en instalaciones fijas y unidades móviles.

En el caso que ocupa el presente proyecto, tras el reconocimiento previo de la zona, se detectan dos zonas sensibles<sup>22</sup> como lo son los colegios públicos.

Se establece un mínimo de cinco puntos de medidas más un punto adicional por cada espacio de los considerados como sensible en circunferencia interior de radio 100 m del site y en las distintas direcciones de máxima radiación, también se medirán azoteas transitables por público general. De manera adicional, los puntos sensibles irán acompañados de una foto descriptiva que justifique su tratamiento como tal.

En figura Figura 3-19. Queda representado el plano esquemático de puntos de medidas entorno a una circunferencia de radio 100m desde el site AND87300. Son medidos dos puntos sensibles, Colegios públicos de educación primaria (CEIP), además de seis puntos adicionales en los que dos de ellos se emplazan en azotea.

Las fotos de los puntos de medidas con sonda (Figura 3-20 a Figura 3-29) serán empleadas posteriormente por el ingeniero encargado de redactar la certificación.

---

<sup>22</sup> guarderías, centros de educación infantil, primaria, centros de enseñanza obligatoria, centros de salud, hospitales, parques públicos y residencias o centros geriátricos en un radio inferior a 100 m desde el site

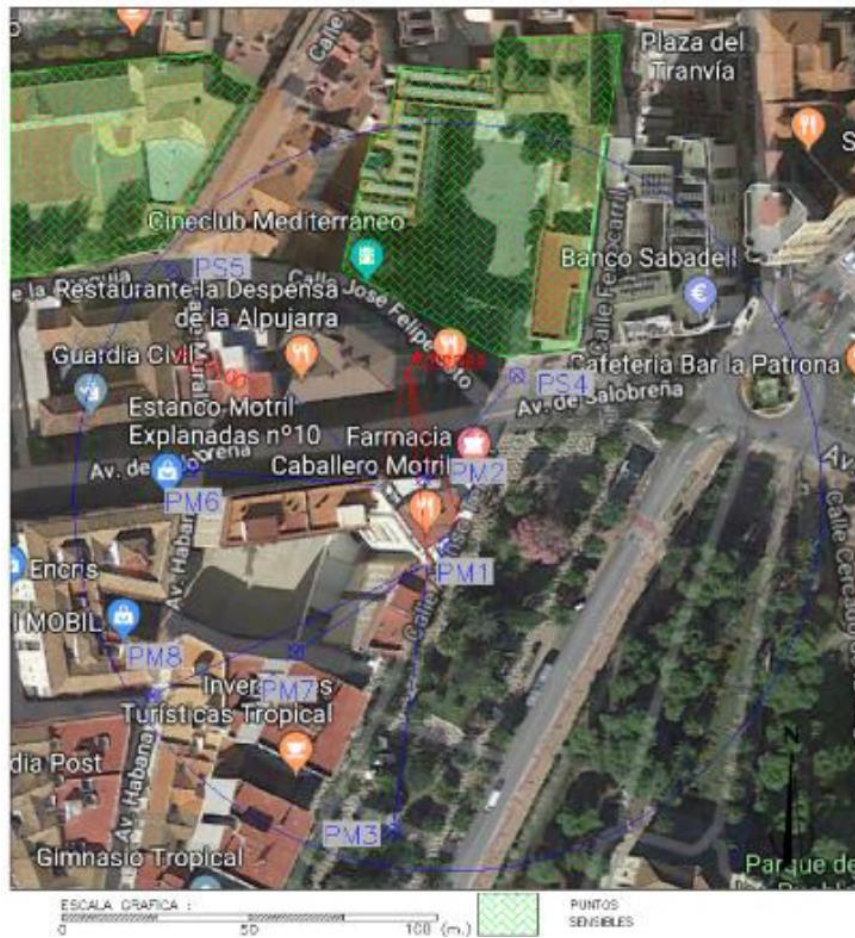


Figura 3-19 Plano esquemático de medidas



Figura 3-20 Medida 1, azotea



Figura 3-21 Medida 2, azotea



Figura 3-22 Medida 3





Figura 3-23 Medida 4, CEIP

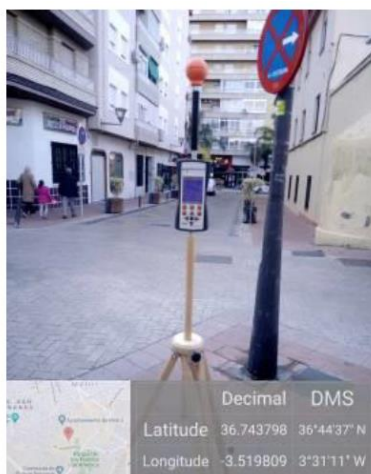


Figura 3-24 Medida 5, CEIP



Figura 3-25. Medida 6



Figura 3-26 Medida 7



Figura 3-27 Medida 8



Figura 3-28. CEIP Punto sensible 4



Figura 3-29. CEIP Punto sensible 5

Los valores de campo electromagnético medidos en V/m quedan recogidos en Figura 3-30 en la que además, se toman datos de igual importancia, como los son hora de inicio<sup>23</sup> de la medición, acimut desde el punto de medida hacia el emplazamiento, distancia y consideración de punto sensible.

<sup>23</sup> La medida obtenida en display del medidor será el valor promediado de campo durante un periodo obligatorio de 5 minutos.

HOJA DE RUTA						
<b>CÓDIGO</b>				<b>TIPO</b>	<b>MACRO</b>	
<b>FECHA MEDIDA</b>	15/06/2021	<b>¿Compartido con otro operador?</b>			<b>SI</b>	<b>NO</b>
		<b>Operador?</b>			<b>VDF</b>	
<b>MEDIDOR</b>	13SM0297	<b>SONDA</b>	13WP030167			
MEDIDA	HORA	MEDICIÓN (V/m)	FOTO	AZIMUT(°)	DISTANCIA(m)	COMENTARIOS
cod_PM_01	10:15	19,45	Sí	192	39	
cod_PM_02	10:24	2,02	Sí	90	39	
cod_PM_03	10:38	0,38	Sí	189	84	
cod_PM_04	10:47	0,49	Sí	36	54	PUNTO SENSIBLE: CIP
cod_PM_05	10:56	<Umbral sonda	Sí	314	89	PUNTO SENSIBLE: CIP
cod_PM_06	11:05	0,37	Sí	275	63	
cod_PM_07	11:14	<Umbral sonda	Sí	242	60	
cod_PM_08	11:23	<Umbral sonda	Sí	246	98	

Figura 3-30 Cuadro resumen medidas en Fase 1

Durante el reconococimiento visual de la zona, tampoco se observaron antenas de radiodifusión en bandas de TDT (470-692MHz) ni radiodifusión sonora correspondientes a bandas de OM y/o FM (87,5MHz-108MHz) que afectarían a los valores de referencia y decisión en el posterior cálculo de volumen de referencia.



## 4 DISEÑO

Recogidos los datos de campo, la información se hace llegar a los ingenieros de diseño radio hardware, transmisión e infraestructura.

Cunado todos los apartados de diseño sean completados (Figura 4-1), se unirán todos en un proyecto (CAP<sup>24</sup>) que será presentado al cliente para su aprobación. Si en ese periodo detectan que algunos de los puntos del pedido no se satisfacen, será necesario una modificación.

Cuando el CAP obtenga el visto bueno, se procederá a realizar el prepedido del material hardware que llegará al suministrador del Operador 1 pero éste paso se obviará en la descripción del flujo de trabajo.

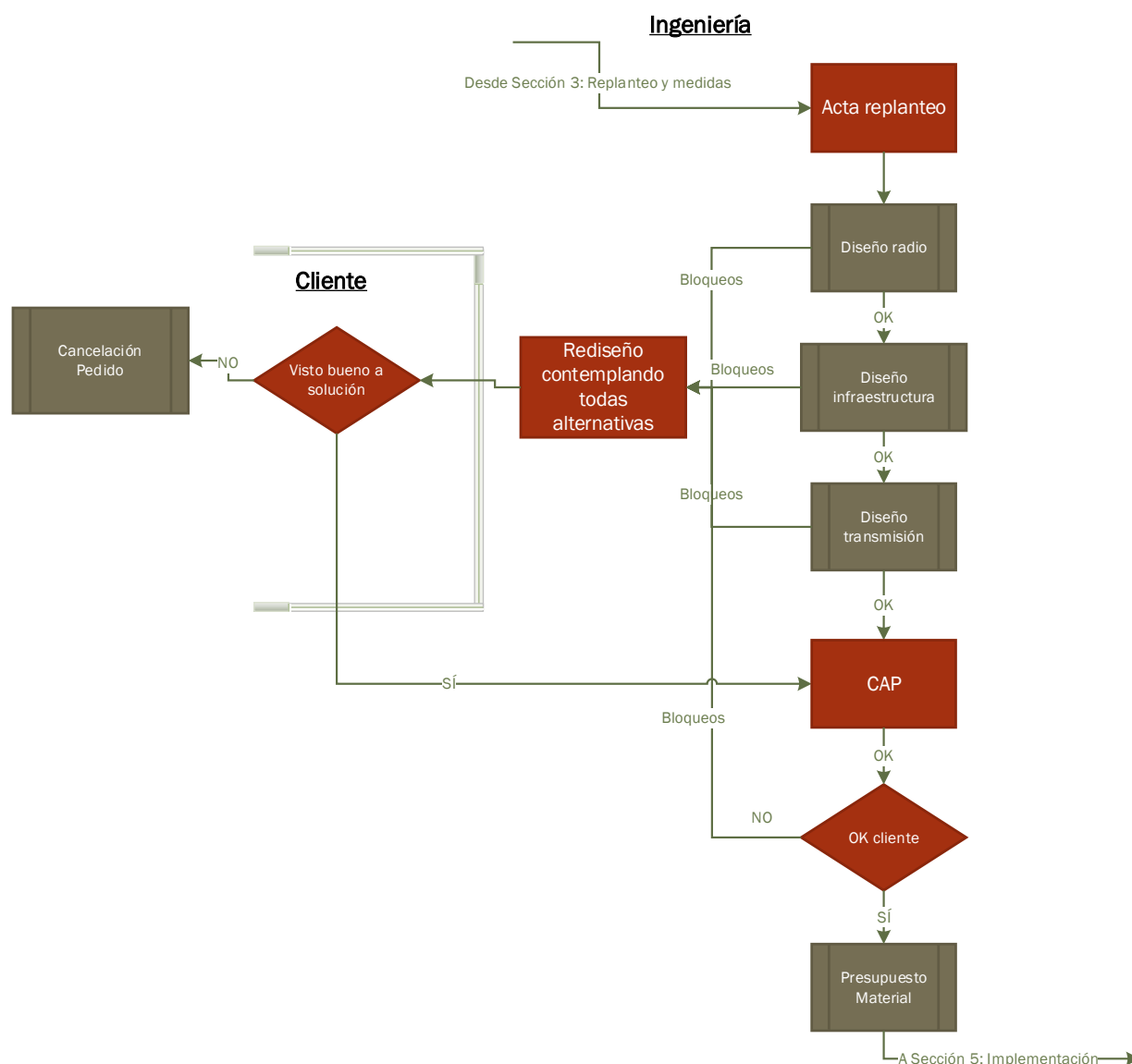


Figura 4-1 Esquema sección 4. Diseño.

<sup>24</sup> Documento de carácter técnico y cuya finalidad es recoger toda la información necesaria en materia de infraestructura, radio y transmisión. Es el elemento sobre el que cliente dará el ok, la ingeniería e instalador consultarán para elaborarán plantillas de integración o dudas, respectivamente

## 4.1 Diseño Radio

### 4.1.1 Hardware

Revisada la información de campo entregada por el técnico, se opta por seguir adelante con el diseño inicial indicado en Figura 2-4 y descrito en sección 2ª del proyecto. En este apartado se justificará la elección de un determinado hardware en lugar de otro. Además, en caso de no cumplir con cualquiera de las entradas del pedido, recogidas en Tabla 2-1 a Tabla 2-9, deberá ir acompañado de una justificación que lo demuestre debidamente.

#### 4.1.1.1 Antena

Se mantiene la antena, ASI4518R14v06 (Figura 4-2), debido a la negativa por parte de la propiedad a instalar antenas de una longitud superior a la actual (Figura 4-4) por lo que se descarta todo estudio en infraestructura como nuevos anclajes y soportes (sustitución de los actuales). Con esta elección mantenemos la capacidad en número arrays por sector (Tabla 2-1), capacidad que será de obligado cumplimiento en bandas bajas para no cometer errores graves en fase de implementación, como será descrito en sección 6.

CONFIGURACIÓN DE ANTENAS PROPUESTAS / PROPOSAL ANTENNA CONFIGURATION		
Marca/Brand - Model	Huawei	ASI4518R14v06
Haz Horizontal / HPBW	60º	
Longitud/Lenght (cm)	1,5	
En nuevo mástil/New Pole	No	
Funcion/Function	Reuso	Type Panel

Figura 4-2 Características básicas antena en acta de replanteo

Para este tipo de proyectos macro BTS en el que se dará cobertura urbana exterior entorno a 3Km, las características, especificaciones radio y diagramas de radiación de las antenas son muy similares.

Las características radio recogidos en datasheet de la antena en Figura 4-3, como son Ganancia directiva (dBi), ancho de lóbulo principal de 3dB horizontal y vertical pueden ser medidos en los diagramas de radioación horizontal y vertical de la Figura 4-7 de forma aproximada.

En la antena elegida para AND87300, se observa cómo en Figura 4-7 el diagrama de radiación vertical es más directivo que en el plano horizontal para todos sus arrays. Esto hace que la antena tenga una polarización horizontal idónea para los citados emplazamientos, macro BTS.

Las orientaciones de las antenas del site (Figura 4-8 a Figura 4-10) se mantendrán y se harán cambios futuros de tilt eléctrico por medio de control remoto de tilt eléctrico (Figura 4-6) debido a leve pérdida de cobertura en clúster según muestran los estudios teóricos de cobertura, pero para su diseño se debe tener en consideración el intervalo de grados de tilt eléctrico que permite la antena designada (Figura 4-3). En sección 4.1.1.7 se analizará la pérdida de cobertura.

Solo los puertos a y e, de amarillo, en Figura 4-6 correspondientes a los arrays Ly1 y Ry2, respectivamente, los que darán servicio a L2600. De igual modo, sólo los puertos b y d (azul) en Figura 4-6 correspondientes a los arrays Lb1 y Rb2, darán servicio a las frecuencias 1800 MHz y 2100MHz. En la actualidad está en proceso de integración y activación el servicio 5G Non-standalone o 5G DSS sobre la frecuencia de 2100MHz.

Por último, los puertos c y f de (rojo) en Figura 4-6 correspondientes a los arrays Lr1y Rr2, darán servicio a las frecuencias 700 MHz (futuro 5G standalone), 800MHz y 900MHz.

### Antenna Specifications

Electrical Properties								
Frequency range (MHz)		2 x (690 - 960)				2 x (1695 - 2200)		2 x (2490 - 2690)
		690 - 803	790 - 862	824 - 894	880 - 960	1695 - 1990	1920 - 2200	2490 - 2690
Polarization		+45°, -45°						
Electrical downtilt (°)		0 - 14 , continuously adjustable , each band separately				2 - 12 , continuously adjustable , each band separately		
Gain (dBi)	at mid Tilt	13.8	14.2	14.4	14.5	16.7	16.9	17.8
	over all Tilts	13.7 ±0.5	14.1 ±0.5	14.3 ±0.5	14.4 ±0.5	16.5 ±0.5	16.8 ±0.5	17.6 ±0.5
Side lobe suppression for first side lobe above main beam (dB)		> 15	> 17	> 17	> 16	> 16	> 16	> 16
Horizontal 3dB beam width (°)		66 ±5	63 ±5	62 ±5	60 ±5	65 ±5	63 ±5	60 ±5
Vertical 3dB beam width (°)		15.3 ±1.2	14.0 ±1.1	13.3 ±1.0	12.2 ±0.8	6.5 ±0.7	5.8 ±0.5	5.0 ±0.5
VSWR		< 1.5						
Cross polar isolation (dB)		≥ 28						
Interband isolation (dB)		≥ 28						
Front to back ratio , ±30° (dB)		> 22	> 24	> 24	> 25	> 26	> 27	> 27
Cross polar ratio (dB)	0°	> 16	> 18	> 19	> 20	> 15	> 16	> 18
Max. power per input (W)		500 (at 50°C ambient temperature)				250 (at 50°C ambient temperature)		
Total power (W)		960 (at 50°C ambient temperature)						
Intermodulation IM3 (dBc)		≤ -153 (2 x 43 dBm carrier)				≤ -150 (2 x 43 dBm carrier)		
Impedance (Ω)		50						
Grounding		DC Ground						

Figura 4-3 Características radio antena ASI4518R14v06

Mechanical Properties	
Antenna dimensions (H x W x D) (mm)	1499 x 429 x 196
Packing dimensions (H x W x D) (mm)	1695 x 530 x 270
Antenna weight (kg)	31.3
Clamps weight (kg)	3.6 (2 units)
Antenna packing weight (kg)	43.0 (Included clamps)
Mast diameter supported (mm)	50 - 115
Radome material	Fiberglass
Radome colour	Light grey
Operational temperature (°C)	-40 .. +65
Wind load (N)	Frontal: 410 (at 150 km/h) Lateral: 245 (at 150 km/h) Maximum: 540 (at 150 km/h)
Max. operational wind speed (km/h)	200
Survival wind speed (km/h)	250
Connector	12 x 4.3-10 Female
Connector position	Bottom

### Accessories

Item	Model	Description	Weight	Units per antenna
Downtilt kit	ASMDT0D01	Mechanical downtilt: 0 - 16 °	2.1 kg	1 (Separate packing)

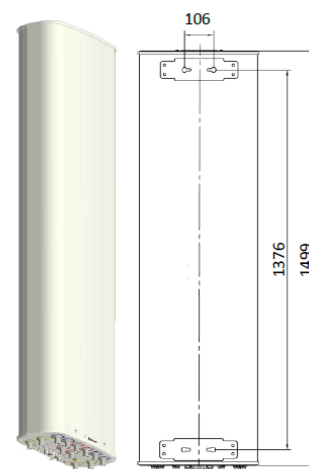


Figura 4-4 Características mecánicas y físicas antena ASI4518R14v06

## Integrated RET Specifications

Properties								
RET type	Integrated RET							
RET protocols*	AISG 2.0 / 3GPP							
Input voltage range (V)	10 - 30 DC							
Power consumption (W)	< 0.5 (when the motor does not work, 12 V) < 4.5 (when the motor is working, 12 V) < 10 (when the motor is starting up or shutting down, 12 V)							
Adjustment time (full range) (s)	Typ. 40 (typically, depending on antenna type)							
RET connector	4 x 8 pin connector according to IEC 60130-9 Daisy chain in: Male / Daisy chain out: Female							
Pin assignment according AISG	1	2	3	4	5	6	7	8
	DC	n/c	RS-485B	n/c	RS-485A	DC	DC return	n/c
Lightning protection (kA)	2.5 (10/350 $\mu$ s) 10 (8/20 $\mu$ s)							

\* Please confirm the AISG protocol of primary station is compatible with RET antenna protocol interface. The protocol of RET antenna software interface is switchable between AISG 2.0/3GPP and AISG 1.1 with a vendor defined command. For more details about protocol switching function, contact Huawei before system installation.

Standards: UL 60950-1 (Safety), UL 60950-22 (Safety - Equipment installed outdoor), EN 55032 (Emission), EN 55024 (Immunity), ETSI EN 301 489, FCC Part 15, ICES-003

Certification: CE, FCC, IC, RCM, RoHS, REACH, WEEE

Figura 4-5 Características RET integrado en antena ASI4518R14v06

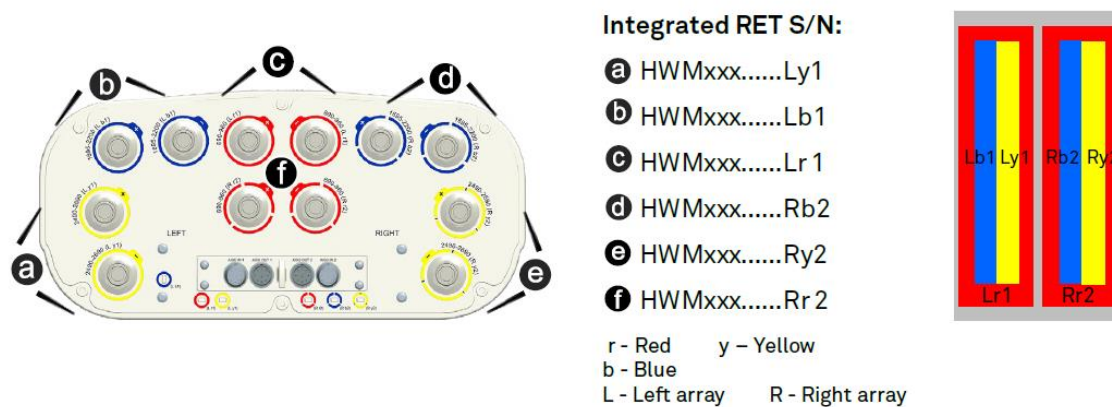


Figura 4-6 Descripción Interfaces y puertos antena ASI4518R14v06

## Pattern sample for reference

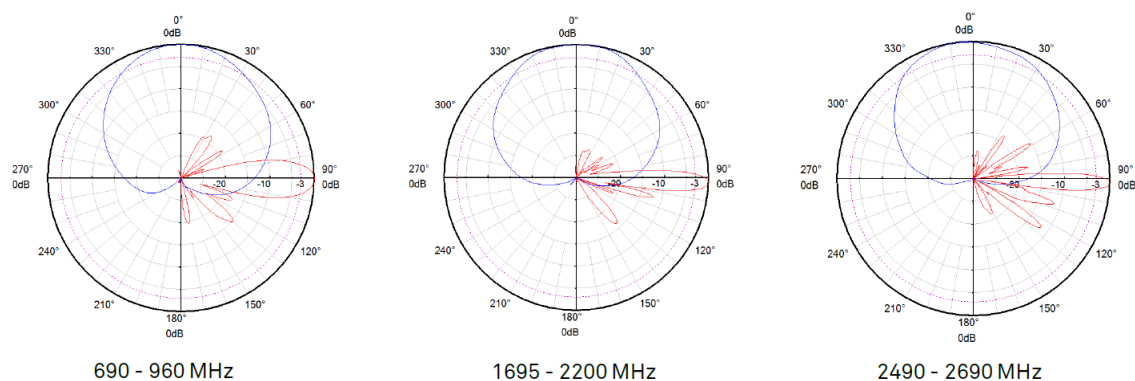


Figura 4-7 Diagrama radiación horizontal (azul) y vertical (rojo) ASI4518R14v06.

La regla general para el conexionado de las tiradas de coaxial para tecnologías de alta frecuencia LTE configuradas en 4T4R estará condicionada a los puertos de la antena. Para desarrollar la citada regla general se empleará una antena de ejemplo tipo 2L4H como en Figura 4-11 en la que los cuatro puertos de alta frecuencia van desde 1695-2690MHz:

- Deben ocupar puertos simétricos (LTy2-RTy4 o LTy2-RTy4) como indica el fabricante en base a un mejor desempeño del MIMO.
- Empleo de los arrays superiores del layout, por lo que se deben ocupar primero los puertos LTy2-RTy4 (vet Figura 4-11). Si se encuentran ocupados se emplearán LTy2-RTy4.

En caso de no ser especificado en pedido el número de arrays de baja y alta frecuencia para la antena, se empleará el diagrama de flujo en Figura 4-12, el cual se basará en el número de tecnologías finales del site. Sólo cuando se radie GU900 y L800 se emplearán antenas 2L2H, en cualquier otro caso, se precisarán antenas 2L4H.

El caso concreto del proyecto, no hay otra opción que usar arrays Lb1-Rb2 para frecuencias medias y Ly1-Ry2 para frecuencias altas (Figura 4-6).

						SECTOR 1							
Tecnologias/Technologies						Azimut (°)	Mechanic Tilt (°)	Electric Tilt (°)	Pole (m)	Height (m)	RET	TMA	SBT
Port 1	GU900 /OSP	GU900 /VDF				10	0	4	3	41,8	SI	NO	NO
Port 2	L800 /OSP-VDF				4			NO					
Port 3	L1800 /OSP-VDF	L2100 /OSP			3			NO					
Port 4	L1800 /OSP-VDF	L2100 /OSP			3			NO					
Port 5	L2600 /OSP-VDF				3			NO					
Port 6	L2600 /OSP-VDF				3								
Port 7													
Port 8													

Figura 4-8 Cuadro resumen SSRR Sector 1

						SECTOR 2							
Tecnologias/Technologies						Azimet (°)	Mechanic Tilt (°)	Electric Tilt (°)	Pole (m)	Height (m)	RET	TMA	SBT
Port 1	GU900 /OSP	GU900 /VDF				100	0	5	3	41,8	SI	NO	NO
Port 2	L800 /OSP-VDF							5				NO	
Port 3	L1800 /OSP-VDF	L2100 /OSP						3				NO	
Port 4	L1800 /OSP-VDF	L2100 /OSP						3				NO	
Port 5	L2600 /OSP-VDF							2				NO	
Port 6	L2600 /OSP-VDF							2					
Port 7													
Port 8													

Figura 4-9 Cuadro resumen SSRR Sector 2

						SECTOR 3							
Tecnologías/Technologies						Azimut (°)	Mechanic Tilt (°)	Electric Tilt (°)	Pole (m)	Height (m)	RET	TMA	SBT
Port 1	GU900 /OSP	GU900 /VDF				220	0	6	3	41,8	SI	NO	NO
Port 2	L800 /OSP-VDF				6			NO					
Port 3	L1800 /OSP-VDF	L2100 /OSP			4			NO					
Port 4	L1800 /OSP-VDF	L2100 /OSP			4			NO					
Port 5	L2600 /OSP-VDF				3			NO					
Port 6	L2600 /OSP-VDF				3								
Port 7													
Port 8													

Figura 4-10 Cuadro resumen SSRR Sector 3

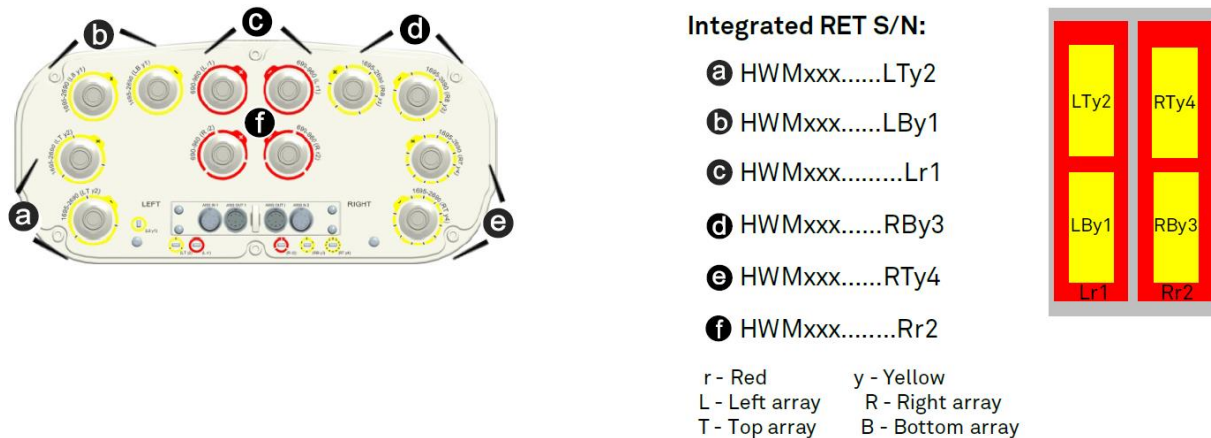
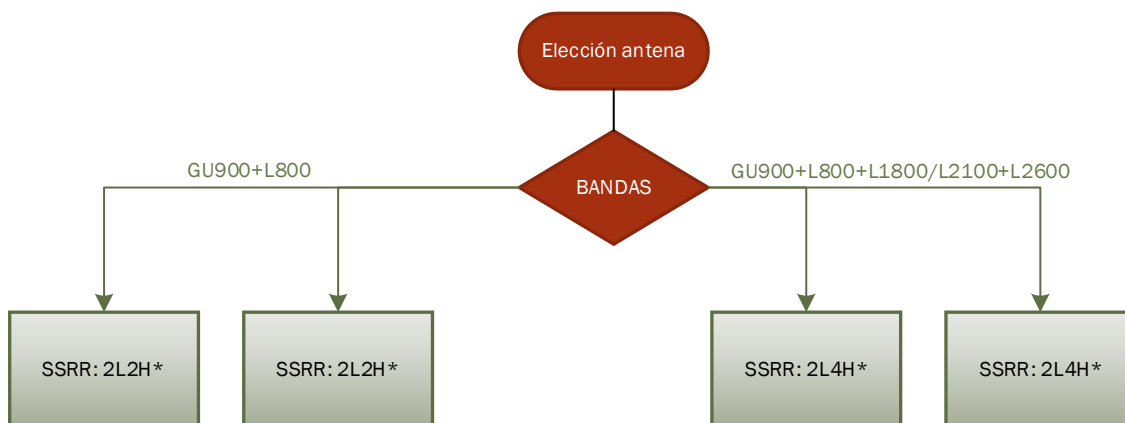


Figura 4-11 Antena 2L4H



(\*) Arrays de alta frecuencia pueden estar divididos en media y alta -> chequeo puertos antena

Figura 4-12 Elección de arrays según tecnologías objetivo

La posición de las antenas en emplazamientos que son propiedad del Operador 1 sigue la lógica representada en Figura 4-13:

- Si Operador 1 y Operador 2 están coubicados (ej: misma torre) y a su vez comparten puertos de la antena, se llevará a cabo un intercambio en caliente<sup>25</sup> para el operador 2. El SSRR será instalado en la posición u orientación más ventajosa. En caso de seguir coubicados pero sin compartir sistema radiante y además, cota Operador 1 sea superior a la del Operador 2 o en caso negativo, cota OSP inferior cota VDF, pero la infra permita un nuevo sistema radiante se llevará a cabo intercambio en frío<sup>26</sup> para Operador 2 e inatación de SSRR en posición más ventajosa. Si por el contrario, no es posible la instalación de un nuevo sistema radiante y atena no es compartida. Además, cota Operador 1 es inferior a la del Operador 2 será obligatorio llevar a cabo un intercambio en caliente de Operador 2 retirando sus antenas para dar cabida a las nuevas e instalando RRUs en el lugar dónde estaban colocadas las antenas del Operador 1. Si los operadores no están coubicados, se llevará a cabo intercambio en frío. En caso de que antena Operador 1 esté compartida por un tercer operador, diferente a Operador 2, se debe tener en cuenta en el diseño final ya que puede condicionar el esquema de sistema radiante y salvo que Operador 1 indique lo contrario, el servicio a este tercer operador no debe ser cesado.

<sup>25</sup> intercambio en caliente: manera de llevar a cabo una implementación en la actualización de la red radio. Éste trabajo origina un corte de servicio en Operador 2 mientras los trabajos no concluyan. Todos los trabajos generan corte de servicio en Operador 1.

<sup>26</sup> Intercambio en frío: Éste trabajo origina un corte de servicio en Operador 1 mientras los trabajos no concluyan. Nunca afectará a Operador 2.

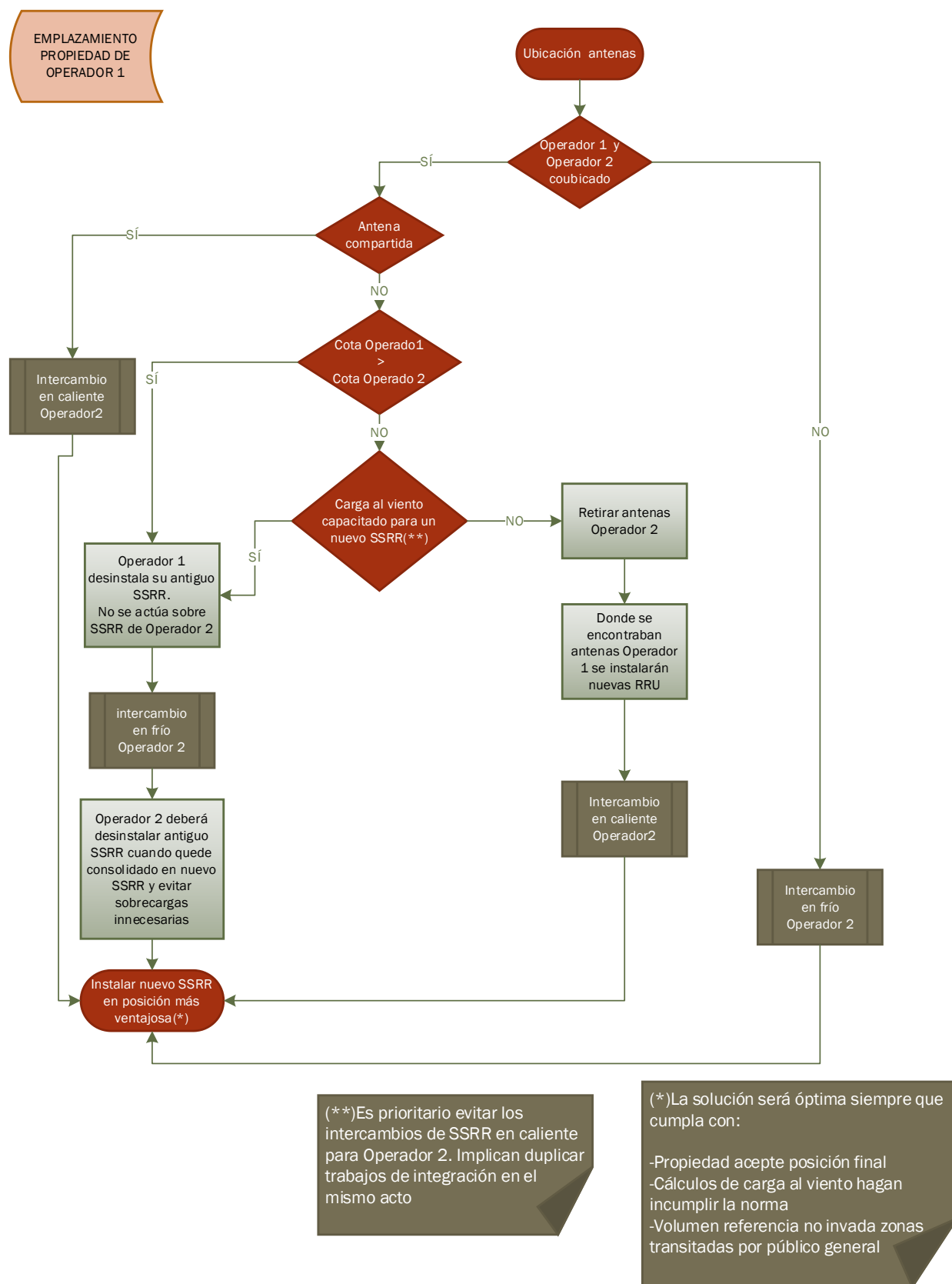


Figura 4-13 Diagrama de flujo para elegir cota correcta de la antena en site propios de Operador 1

La posición de las antenas en emplazamientos cruzados sigue la lógica representada en Figura 4-14:

- Emplazamientos dónde actualmente radia Operador 2 en exclusiva y Operador 1 quiere desplegar. Siempre que se pueda aprovechar la infraestructura de Operador 2 y desplegar en paralelo, se procederá, evitando intercambio en caliente. Si la por espacio u energía no permite instalar equipos en paralelo, se instalará SSRR en paralelo y intercambio en caliente de equipos. Si no se permite la instalación de SSRR en paralelo, ya sea posible instalar equipos en paralelo se ejecutará mediante intercambio caliente de SSRR y equipos.

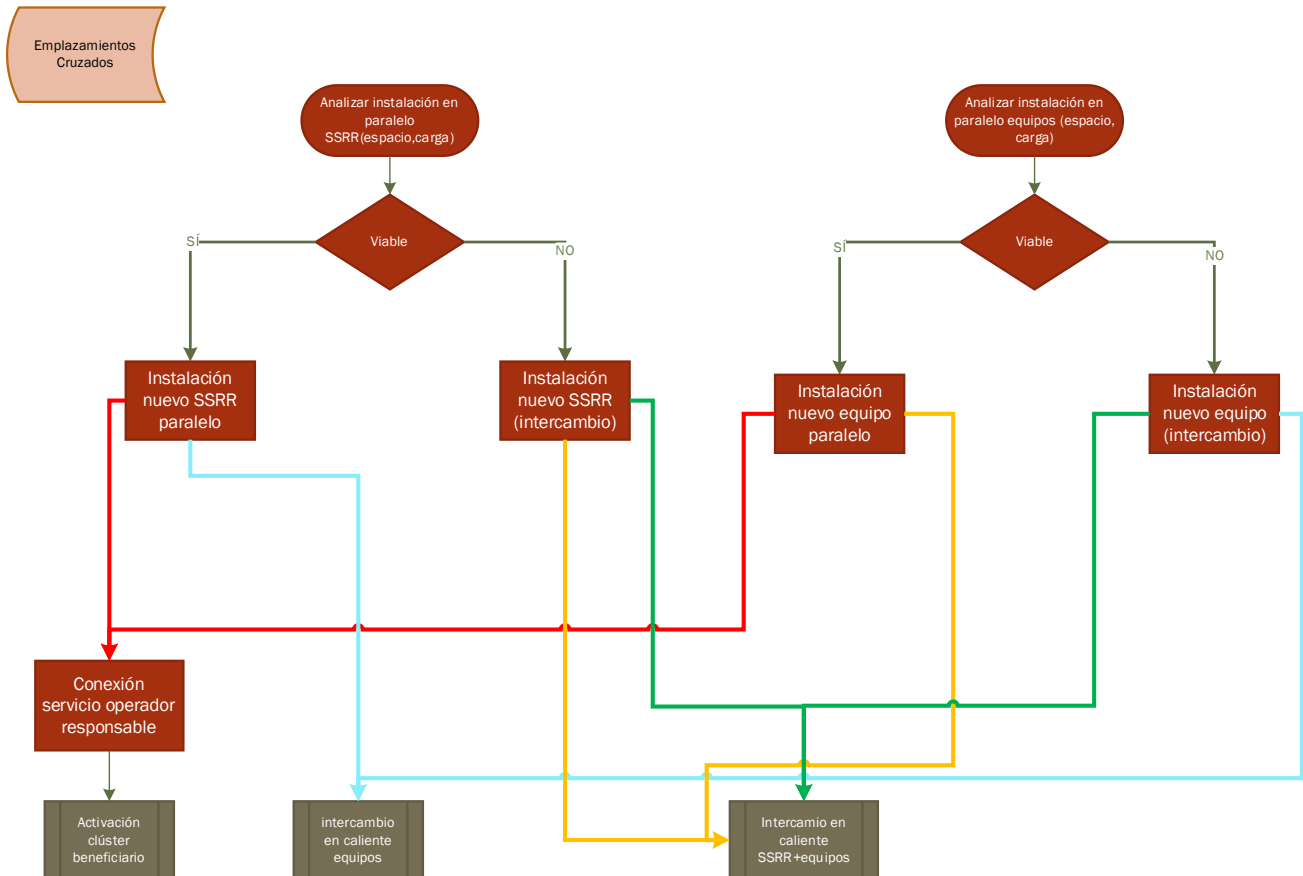


Figura 4-14. Cota antenna en site Cruzados.

#### 4.1.1.2 Tiradas coaxial

La norma facilitada por el operador, indica que deben emplearse tiradas de coaxial directas desde antenas a unidades radio, evitando elementos activos como TMA y SBT. También, elementos pasivos como diplexores y combinadores debido a que dichos dispositivos además de introducir pérdidas de inserción y derivación son fuente común de PIM provocando futuras fallas o deterioros que desencadenen en patologías típicas en la infraestructura de telecomunicaciones, como es el caso de ROE. También se prohíbe el uso de splitter debido a las pérdidas mínimas en derivación de 3dB (según número de vías) que provocan un desempeño pobre en emplazamientos macro. Sólo será aceptado su uso en emplazamientos especiales como son túneles, en el que generalmente las tiradas de coaxial van soterradas o dedicados a dar cobertura a trenes de alta velocidad. Esta última solución a penas se emplea debido a la obtención del mismo resultado mediante software, que permite combinar dos o más sectores físicos en un sector lógico de modo que una misma celda puede radiar por dos o más sectores físicos.

En el diseño de AND87300 se emplearán 4 jumpers de ½" por unidad radio, como se indica en Figura 2-4, de 6m de longitud por cada uno de los tres sectores. Esto implica 12 jumpers por sector y 36 en total. El último



tramo hacia los puertos de antenna siempre deben ser jumpers, como fue indicado en sección segunda del presente documento. Cada uno de los extremos de los 36 jumpers deben terminarse en conectores 4.3-10 empleándose un total de  $36 \times 2 = 72$  conectores, según se ilustra en tabla resumen de Figura 2-4.

Todas las bocas de las RRU y antenna se cablearán mediante coaxial para obtener diversidad espacial (2T4R o 4T4R) y como se indicó en apartado segundo, se desplegarán a través de rejiband actualmente instalado en pretil de azotea hasta soporte en trípode con RRU.

#### 4.1.1.3 Unidades radio remotas o RRU

Es la parte RF de una estación base distribuida que permite ser instalada cerca de la antenna. Modulan y demodulan señales de RF y banda base, procesa datos, amplifica potencia de señales y permiten test de onda estacionaria (VSWR) o ROE. El fabricante prohíbe su uso en interiores salvo que se acople el debido disipador de energía.

En AND87300 se emplearán RRU5509t, RRU5502w y RRU5304 por sector (Figura 2-4), instaladas en exterior, y que se describirán a continuación.

#### RRU 5509t

Hardware en contrato marco entre operador y suministrador de hardware para dar servicio en bandas 800/900 y futura 700 MHz (Tabla 4-2) con radio definido por software (SDR) que permiten trabajar en multiples modos.

En Operador1, GU900 se configurará para transmitir por puerto A (Figura 4-15) y Operador2 se configurará para transmitir por puerto B de modo que nunca quede configurado GU900 de ambos operadores por las citadas bocas en transmisión y de forma simultánea, desencadenaría en error grave en fase de implementación provocando una superposición de frecuencias que hacen que las tecnologías GU900 de ambos operadores no funcione correctamente. En recepción, sí es posible configurar Operador 1 y Operador 2 en puertos A y B de forma simultánea.

La configuración de potencia para cada uno de los operadores será:

- G900 se definirán 2 TRX x 10W.
- U900 se definirá con una única portadora a 40W.
- L800 se configurará en 2T4R, transmitiendo por C-D con una única portadora a 20W recibiendo por A-B-C-D.

Cualquier combinación de potencia será posible en RRU 5509t, siempre y cuando no se exceda la potencia máxima de transmisión en 2T (2x 140 W).

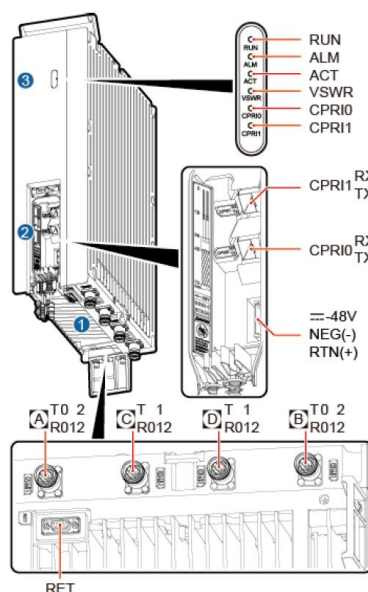


Figura 4-15 Interfaces físicas RRU5509t

Las especificaciones de los puertos de su interfaz y cantidad quedan resumidos en Tabla 4-1:

Tabla 4–1. Puertos físicos RRU5509t

Puerto	Conector	Cantidad	Descripción
RF	4.3-10	4	Conectar a puertos antena
CPRI	DLC	2	Conectar a interfaz CPRI en tarjeta BB
Fuente alimentación	Conector hembra de rapidez conexión	1	Conector hembra de rapidez conexión
RET	DB9	1	Conectar a RCU antenas

Tabla 4–2. Bandas de frecuencias RRU5509t

Radio	Frecuencia (MHz)	Frecuencia Rx (MHz)	Frecuencia Tx (MHz)	IBW[1] (MHz)
RRU5509t	700+800+900	700: 703-733	700: 758-788	700:35:00
		800: 791-821	800: 832-862	800:30:00
		900: 703-733	900: 925-960	900:30:00

De forma adicional, pese a no ser especificado en pedido, lleva asociado el despliegue y encendido de portadoras NB-IoT asociadas a la banda L800. Siempre que sea desplegado un nuevo L800 o exista de forma previa, también se desplegará la tecnología NB-IoT. Esta nueva tecnología emplea la banda de guarda con un mínimo de 200kHz de ancho de banda para los enlace, UL y DL. Lo implementa dentro de la portadora L800 asignándole uno de los bloques de recuso físico (PRB) de 180kHz.



Figura 4-16 Interfaces físicas RRU5509t

NB-IoT emplea en gran medida el diseño de la tecnología LTE. Incluida numerología o SCS, OFDMA en DL, SC-FDMA, codificación de canal, tasas, etc. Esto hecho, ayuda de forma significativa a reducir el tiempo desarrollo y despliegue de un nuevo estándar. Será configurada en 2T2R con una potencia de 3W por celda NB-IoT. La activación implica reducir la potencia de la portadora en L800 hasta 17,8W. Del mismo modo a las anteriores tecnologías, se repite la misma configuración para ambos operadores.

## RRU 5502w

Para prestar servicio en bandas 1800 y 2100 MHz se empleará la radio, RRU5502w (Figura 4-17) la cual permite mediante radio definido por software (SDR) operar en multiples modos. Adopta el diseño 4T4R, que mejora aún más la potencia de transmisión y capacidad de la portadora. También previenen la intermodulación pasiva que provocan los efectos no lineales en elementos pasivos en antena cuando señales de alta potencia de multiples frecuencias son transmitidos. Dicha intermodulación decremента enormemente la sensibilidad en recepción, porque se introduce una potencia de ruido en canal piloto de señalización muy elevada que afecta negativamente a la calidad de la red. En las especificaciones del fabricante para RRU5502w se indica una máxima ganancia de cancelación de PIM de 15dB.

Los siguientes elementos o escenarios patológicos afectan negativamente en la función de cancelación de PIM:

- Antenas: Corrosión provocada por inclemencias meteorológicas, antigüedad de la misma o incluso tornillos, dentro de la misma, sin el torque necesario.
- Conectores: el conector del Jumper no está fijado correctamente o debido a un defecto en su vulcanizado provocan corrosión en le mismo.
- Problemas de PIM externos: es el más común. Provocado por objetos metálicos (tornillos oxidados, cable o riostra estructural del mástil, barandillas metálicas en castilletes, ballas publicitarias, RRU a escasos centímetros tras la antena, motores de ascensor o líneas de alta tensión) cerca de la radiación.

Mitigar los efectos de PIM, es el origen del por qué se emplea una longitud inferior a 6m en jumpers.

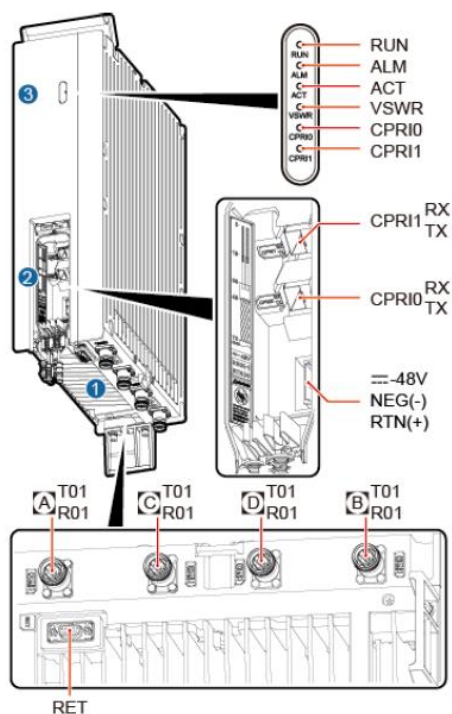


Figura 4-17 Interfaces físicas RRU5502w

En Tabla 4-3 se especifican las características de los puertos y cantidad que forman la interfaz en RRU5502w

La distintas frecuencias (Tabla 4-4) serán configuradas como sigue:

- U2100<sup>27</sup> se configura con una única portadora a 40 W (1x40W) para Operador 1 en 1T2R. Puerto A TX y RX por A-B

<sup>27</sup> U2100 no se considera tecnología final

- L2100 se configura con una única portadora. Seteando su potencia por 4 bocas a 20W para el Operador 1.
- L1800 se configura con una única portadora. Seteando su potencia por 4 bocas a 20W para los dos operadores

El cable AISG para control remoto del tilt eléctrico se conectará desde la RRU 5502w a cada una de las interfaces AISG 2.0 de las antenas de los tres sectores cumpliendo de este modo, con la prioridad designada por Operador 1 en su red:

- Cuando el RET es controlado por algunas de las RRU de LTE la prioridad de conexión será a:
  1. 1800 MHz.
  2. 800 MHz.
  3. 2600 MHz.
- Cuando el RET es controlado por algunas de las RRU de 3G la prioridad de conexión será a:
  1. 2100 MHz.
  2. 900 MHz.

Tabla 4-3. Puertos físicos RRU5502w

Puerto	Conector	Cantidad	Descripción
RF	4.3-10	4	Conectar a puertos antena
CPRI	DLC	2	Conectar a interfaz CPRI en tarjeta BB
Fuente alimentación	Conector hembra de rápida conexión	1	Conector hembra de rápida conexión
RET	DB9	1	Conectar a RCU antenas

Tabla 4-4. Bandas de frecuencias RRU5509t

Radio	Frecuencia (MHz)	Frecuencia Rx (MHz)	Frecuencia Tx (MHz)	IBW (MHz)
RRU5502w	1800+2100	1800: 1710-1785 2100: 1920-1980	1800: 1805-1880 2100: 2110-2170	1800: 75 2100: 60 1800+2100: 95

## RRU 5304

Da soporte de servicio en exclusiva a la banda 2600MHz (Tabla 4-6 y Tabla 4-7) y de nuevo como en RRU5502w, adopta el diseño 4T4R, que mejora aún más la potencia de transmisión y capacidad de la portadora (Figura 4-18).

Tabla 4-5. Puertos físicos RRU5304

Puerto	Conector	Cantidad	Descripción
RF	4.3-10	4	Conectar a puertos antena
CPRI	DLC	2	Conectar a interfaz CPRI en tarjeta BB
Fuente alimentación	Conector hembra de rápida conexión	1	Conector hembra de rápida conexión
RET	DB9	1	Conectar a RCU antenas

Tabla 4–6. Bandas de frecuencias RRU5304

Radio	Frecuencia (MHz)	Frecuencia Rx (MHz)	Frecuencia Tx (MHz)	IBW (MHz)
RRU5502w	2600	2510-2570	2630-2690	60

La banda de L2600 será configurado sólo para el Operador 1, empleando el diseño 4T4R y con una potencia de 20W por cada uno de los puertos.

Tabla 4–7. Modo simple

Modo	Frecuencia (MHz)	Frecuencia Rx (MHz)
LTE FDD	2600	Soporta tres portadoas. Con ancho de banda de: 5, 10, 15 o 20 MHz

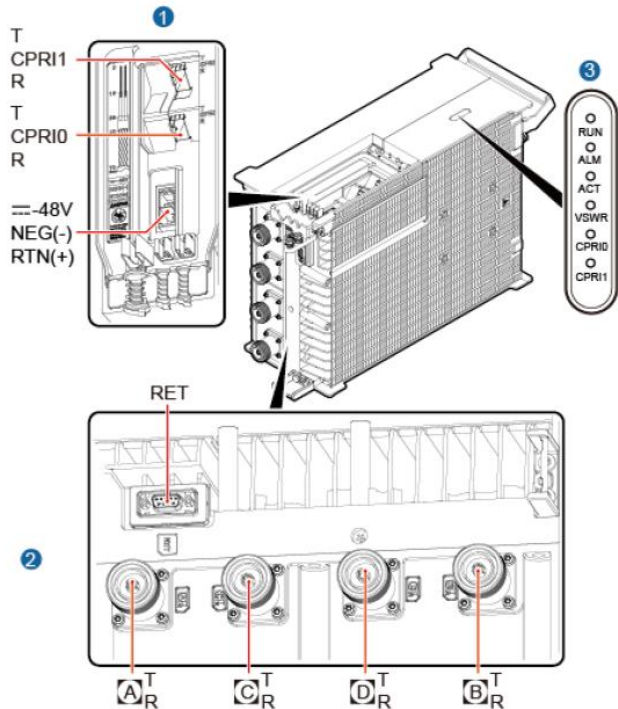


Figura 4-18 Interfaces físicas RRU5304

4.1.1.4 FO y alimentación RRU's

Se desplegarán tiradas de FO y alimentación para las RRU de 15m para sector 1, 30m para sector 2 y 65m para sector 3.

Cada uno de los cables de fibra óptica consta de dos fibras independientes y es conectado por medio de las interfaces CPRI en RRUs y tarjetas de banda base. La conexión a esta última se muestra en Figura 4-19:



Figura 4-19 detalle de CPRI en tarjeta de BB

#### 4.1.1.5 Controladoras o BBU

Se sustituirán las dos BBU 3900 (Figura 3-8 y Figura 3-11), de la generación anterior, por nueva BBU5900 que permita albergar los actuales y futuros subsistemas radios de la red de acceso radio (NR).

Alberga distintos subsistemas (Figura 4-20):

- Subsistemas de banda base
- Subsistemas de alimentación y control: backplane, modulo de ventilación o FAN y alimentación
- Subsistema de monitoreo ambiente
- Subsistema de gestión
- Subsistema de control principal
- Reloj: tarjeta satélite para sincronización

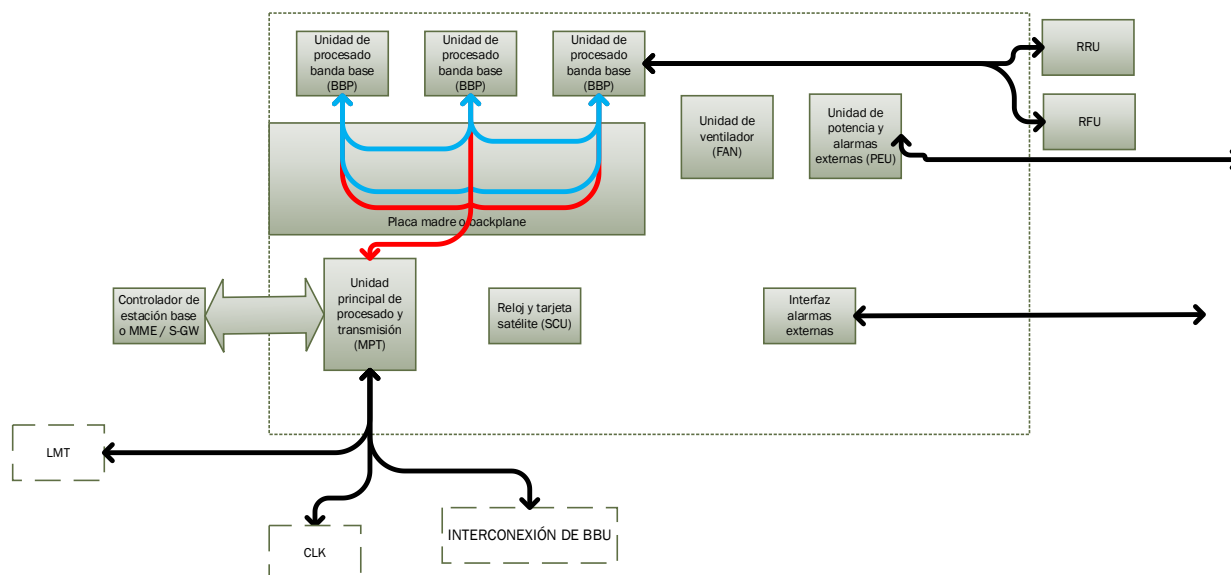


Figura 4-20 Subsistemas funcionales BBU5900

Todo ello le hace proporcionar puertos para equipos de transmisión, módulos de RF, reloj externo y señales para gestión remota (LMT)

En Tabla 4-8 se recoge los modelos y versiones de tarjetas BB compatibles con la controladora instalada (BBU5900) y en Figura 4-21 queda mapeados los slots en BBU5900 según tipología de tarjeta BB, UPEUE, UMTp, etc.

Tabla 4–8. Relación entre tarjetas y subsistemas

Subsistemas	Tarjetas soportadas por BBU
Subsistema de control principal	<b>UMPTb</b> (UMPTb1, UMPTb2, UMPTb3 o UMPTb9) y <b>UMPTe</b> (UMPTe1 o UMPTe2)
Subsistema de procesamiento de banda base	<b>UBBPd</b> (UBBPd1 a UBBPd6 o UBBPd9), <b>UBBPp</b> (UBBPp1 a UBBPp4, UBBPp5 o UBBPp6)
Tarjeta satélite	USCub14 o USCub11
Ventilador	FANf
Subsistema de alimentación	UPEUe
Unidad de monitoreo ambiente	UEIUb

FAN	Slot 16	USCU/UBBP	Slot 0	USCU/UBBP	Slot 1	Slot 18
		USCU/UBBP	Slot 2	USCU/UBBP	Slot 3	UPEU/UEIU
		USCU/UBBP	Slot 4	USCU/UBBP	Slot 5	Slot 19
		UMPT	Slot 6	UMPT	Slot 7	UPEU

Figura 4-21 Mapeo genérico BBU5900

Siguiendo el marco de las reglas generales de diseño, para AND87300, se instalará una única BBU con las tarjetas en los slots indicados en Figura 4-23, a los que llegan a su vez los cables de fibra desde las RRUs. Pese a no darle uso a los CPRIs (Figura 4-22) de las tarjetas BB instaladas en slots 1 y 3, internamente están conectadas internamente mediante backplane permitiendo incrementar la capacidad a la estación.

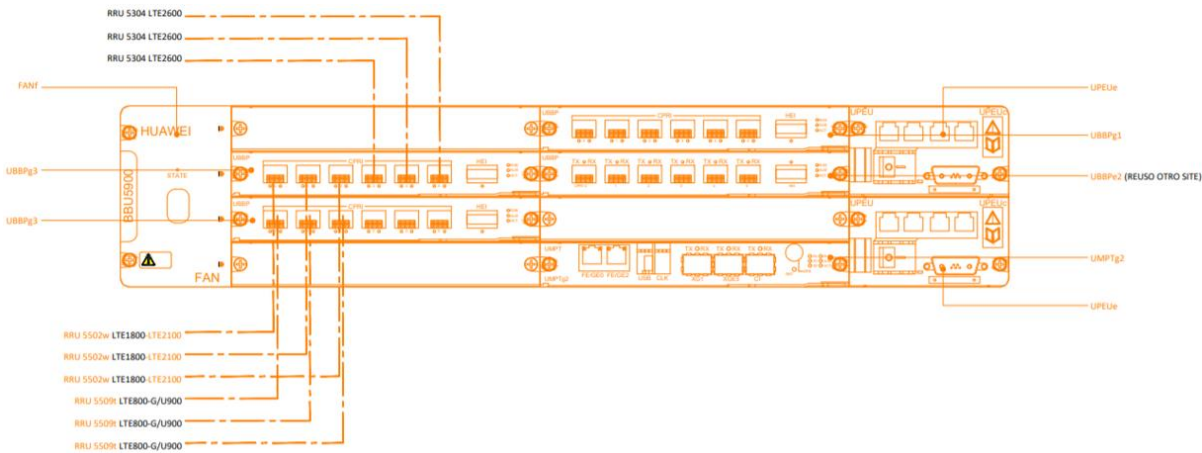


Figura 4-22 Conexionado fibras ópticas a tarjetas

BBU ESTADO REFORMADO					
BBU 5900 GSM/UMTS/LTE					
	LIBRE	0 W	UBBPg1	L2600	85 W
FANf	UBBPg3	L1800/L2100	170 W	UBBPd4/e2	U900
	UBBPg3	GU900/L800	170 W	LIBRE	0 W
200 W	LIBRE	0 W	UMPTg2		
					UPEUe

Figura 4-23 Mapeo BBU5900 AND87300

4.1.1.6 Tarjetas

Para el dimensionado de tarjetas de BB se debe cuantificar el número de celdas. Como se expuso en sección 1, Introducción, se dará servicio a dos operadores. Por tanto, dos celdas por sector y tecnología si ambos operadores las incluyen en pedido (Tabla 2–1 y Tabla 2–2). El diseño de trajetas BB en AND87300 (Figura 4-24) se sobredimensiona en capaciad (2xUBBPg3+UBBPg1) de celdas para la configuración final de tencnología según se expone en Tabla 4-9 a Tabla 4-11. Esto se debe al inminente despliegue de 5G Non-Stand alone y future 5G Stand alone.

En slot 7 (Figura 4-21) se insertará una única tarjeta UMPT versión g2 que desempeña las funciones de transmisión y permita la interconexión con otras BBU. Por ultimo, en slot 18 y 19 serán instaladas las tajetas que gestiona la alimentación (UPUE) y a las que serán conectadas el control de alarmas externas (pasador puerta, fuego, fallo ventilador, etc)

Tabla 4-9. Capacidad de cledas para tarjetas WBBP.

TARJETA	TECNOLOGÍA	MODELO	CAPACIDAD CELDAS
WBBP	3G	a	3
		b1	3
		b2	3
		b3	6
		b4	6
		d1	6
		d2	6
		d3	6
		f1	6
		f2	6
		f3	6
		f4	6



Tabla 4–10. Capacidad de celdas para tarjetas LBBP.

TARJETA	TECNOLOGÍA	MODELO	CAPACIDAD CELDAS
LBBP	4G	c	3
		d1	3
		d2	3
		d3	6
		d4	3
		d	3

Tabla 4–11. Capacidad de celdas por tecnología para tarjetas UBBP.

TARJETA	TECNOLOGÍA	MODELO	CAPACIDAD CELDAS
UBBP	3G	d1	6
		d2	6
		d3	6
		d4	6
		d5	6
		d6	12
		e1	6
		e2	6
		e3	12
		e4	12
		e5	12
		e6	12
	4G	d3	3 (FDD)
		d4	3 (FDD)
		d5	6 (FDD)
		d6	6 (FDD)
		e1	3 (FDD)
		e2	3 (FDD)
		e3	6 (FDD)
		e4	6 (FDD)
		e5	9 (FDD)
		e6	12 (FDD)
		g1	6 (FDD)
		g2	12 (FDD)
		g3	24 (FDD)
	5G NR	g1	3
		g2	9
		g3	18

#### 4.1.1.7 Simulación de huella cobertura e interferencias

Las simulaciones teóricas de cobertura radioeléctrica tienen el objetivo de demostrar la mejora o mantenimiento de calidad del servicio. Se llevarán a cabo a nivel clúster ya que una de las características principales de este tipo de simulaciones es que permite el diseño de cobertura como un conjunto y no de los nodos de forma aislada, teniendo en cuenta, de este modo, la interacción de los nodos que lo componen, así como la influencia de los nodos cercanos, aunque no pertenecen al clúster objetivo de diseño, pueden influir en el área objetivo a diseñar tanto a nivel de cobertura como de interferencia.

El Clúster, AL0013, al que pertenece el nodo sobre el que se trabajará está formado por 6 nodos, con sites rurales y urbanos, categorizándose como clúster mixto. Para este tipo de clúster se ejecutará primero el estudio multicobertura con capas rurales y posteriormente con capas urbanas. Una vez definidos el tipo de clúster se procederá con las simulaciones, empleando la herramienta de planificación radioeléctrica que permite realizar tareas y cálculos que abarcan desde la parametrización y análisis de la cobertura radioeléctrica de una única estación hasta la planificación de redes en escenarios complejos.

**Replanteo:** El procedimiento de diseño de un clúster comienza con el replanteo de los nodos pertenecientes al mismo (sección 3), donde entre otras actividades se deberá obtener la información más precisa posible para la realización de las simulaciones radioeléctricas posteriores.

Esta información será:

- Ubicación real del sistema radiante por sector: (en caso de torre o mástil, todos los sectores tendrán misma ubicación)
  - Longitud (geográficas WGS84)
  - Latitud (geográficas WGS84)
- Pérdida de los distintos elementos pasivos (suma de pérdidas de guíasondas, conectores y cualquier elemento pasivo entre el equipo radio y el sistema radiante). Se identificarán los modelos existentes y se estimarán las pérdidas según las Tabla 4-10 y Tabla 4-11:
- Modelo antena actual.
- Altura sistema radiante con respecto al suelo.
- Acimut sectores.
- Inclinación mecánica en antena.
- Inclinación eléctrica de la antena.

Esta misma información de todos los nodos implicados en cada clúster se encontrará precargada de forma masiva desde la herramienta de documentación de diseños gracias al inventario completo de red del Operador1.

**Simulaciones teóricas a realizar:** será necesario realizar simulaciones de todas las tecnologías y bandas previstas en cada clúster. De este modo podemos distinguir:

- Simulación actual (huella de cobertura radioeléctrica, huella de interferencia y todas sus estadísticas) de la tecnología-banda concreta (2G-900, 3G-900, 3G-2100, 4G-800, 4G- 1800, 4G-2100 o 4G-2600) con la parametrización actual de la red.
- Simulación consolidada (huella de cobertura radioeléctrica, huella de interferencia y todas sus estadísticas) de la tecnología-banda concreta (2G-900, 3G-900, 3G-2100, 4G-800, 4G- 1800, 4G-2100 o 4G-2600) con la parametrización establecida en la fase de diseño.
- Comparativa de ambas simulaciones que garantice que los requisitos de operador se cumplen en cuanto a cobertura e interferencia.

El objetivo de la realización de las simulaciones en los diferentes clústeres es la obtención para cada tecnología-banda necesaria a simular de:

- La huella de cobertura radioeléctrica actual de cada uno de los dos operadores considerando:

- Los nodos del operador correspondiente pertenecientes al clúster (auditando la configuración por defecto con la información recabada en replanteos en caso de que el punto se vaya a consolidar que es donde dispondremos de la información del replanteo).
- Los nodos del operador correspondiente que, aunque no pertenecen al clúster, actualmente proporcionan cobertura dentro del área objetivo del mismo. En estos nodos al no disponer de información auditada en replanteo se utilizará la configuración por defecto procedente del inventario disponible en la herramienta.
- El método de cálculo a utilizar en las simulaciones estará basado en la fórmula definida en el método SPM (Standard Propagation Model).
- Para simulaciones urbanas el método SPM contemplará pérdidas de penetración y de propagación en interiores a las frecuencias en estudio, mientras que en entornos rurales dichas pérdidas serán sustituidas por pérdidas de clutter empleando una cartografía específica.
- La huella de interferencia actual de los nodos de Operador 1 que proporcionan cobertura en un área de al menos 3 km hacia el exterior del área objetivo del clúster considerando:
  - Los nodos pertenecientes al clúster (auditando la configuración por defecto con la información recabada en replanteos en caso de que el punto se vaya a consolidar que es donde dispondremos de la información del replanteo).
  - Los nodos que, aunque no pertenecen al clúster, actualmente proporcionan cobertura en un área de al menos 3km alrededor del área objetivo del mismo. En estos nodos al no disponer de información auditada en replanteo se utilizará la configuración por defecto procedente del inventario disponible en la herramienta.

Tras la obtención de estos resultados será necesario comparar la cobertura radioeléctrica e interferencia actual de cada tecnología-banda requerida con la cobertura radioeléctrica e interferencia consolidada y comprobar que la cobertura consolidada se mantiene o aumenta a nivel de clúster y que la interferencia consolidada se reduce o no aumenta a nivel de clúster según los umbrales definidos más adelante en este mismo documento.

Se podrá hacer de manera visual mediante mapas de calor que genera la herramienta como se muestra en Figura 4-26 o de forma analítica, como en Figura 4-24. En definitiva en formato gráfico o tabular, la información representada es equivalente para ambos casos. En formato tabular (Figura 4-24):

- las columnas P y S hacen referencia a la población y superficie, respectivamente, que se encuentra por encima de un cierto valor de potencia (dBm) que será fijado por el operador en cada uno de los topónimos, organizados por filas como en Figura 4-24. La herramienta tiene precargadas las cartografías con la población en cada uno de los topónimos indicados. Los mismo datos son mostrados en Figura 4-24 en tanto por uno, se calcularán en tanto por ciento.

Tabla 4–12. Pérdidas en pasivos

Elemento	pérdidas/elemento dB
Multiplexor	0,1dB
Splitter 2 vías	3dB
Splitter 3 vías	4,77dB
Splitter 4 vías	6dB
Descargador	0,1dB
Combinador	0,1dB
Acoplador "XdB"	XdB
Atenuador "XdB"	XdB
Carga adaptada 50 ohmios	0,1dB

Tabla 4-13. Pérdidas coaxiales

Tipo Cable	Pérdidas dB/100m
1 5/8" _800	2
1/2" _800	6,43
7/8" _800	3,34
Radiante 7/8" _800	4,5
Radiante 1 5/8" _800	2,7
1 5/8" _900	2,13
1/2" _900	6,83
7/8" _900	3,56
Radiante 7/8" _900	4,5
Radiante 1 5/8" _900	2,7
1 5/8" _1800	3,21
1/2" _1800	10
7/8" _1800	5,2
Radiante 7/8" _1800	6,9
Radiante 1 5/8" _1800	5,5
1 5/8" _2100	3,5
1/2" _2100	11
7/8" _2100	5,6
Radiante 7/8" _2100	7,9
Radiante 1 5/8" _2100	6,4
1 5/8" _2600	4,02
1/2" _2600	12,4
7/8" _2600	6,39
Radiante 7/8" _2600	9
Radiante 1 5/8" _2600	7,6

En los apartados en los que se explican las metodologías de cálculos en 2G, 3G y 4G se simplificarán los resultados mostrados debido a la casuística de bandas, cluster mixto (urbano y rural) e información tabular que genera la herramienta de planificación genera.

#### **Metodología de cálculo cobertura 2G:**

La simulación de cobertura radioeléctrica 2G consiste en la obtención del nivel de señal de la portadora baliza (BCCH) recibido dentro del área objetivo procedente de celdas 2G en la banda de 900 MHz.

El nivel de señal en cada punto será el procedente del sector considerado como mejor servidor (aquel que imponga mayor señal) en dicho punto de entre el conjunto de nodos empleados en la simulación.

El umbral inferior de referencia para la representación de la cobertura 2G de los nodos del cluster será de -95dBm mientras que el umbral superior será de -90dBm (Figura 4-26).

Una vez obtenida la huella de cobertura del clúster, se obtendrán estadísticas de cobertura para los dos umbrales definidos en el apartado anterior.

De este modo:

- En simulaciones urbanas:
  - Se obtendrán estadísticas de cobertura radioeléctrica sobre el conjunto de superficie outdoor e indoor del núcleo urbano en cuestión, referidas a los dos umbrales de la situación actual como en Figura 4-24:

Código	Topónimo	ACTUAL									
		P Total	P>=-95dBm	P>=-90dBm	%P>=-95dBm	%P>=-90dBm	S Total	S>=-95dBm	S>=-90dBm	%S>=-95dBm	%S>=-90dBm
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,01	0,00	0,00	59,40	59,40
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA Indoor		0	0	0	0	0	0,63	0,62	0,56	98,50	88,80
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,02	0,01	0,01	54,22	54,22
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA Outdoor		0	0	0	0	0	1,06	1,06	1,05	99,99	99,29
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,08	0,02	0,01	21,47	18,12
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,07	0,02	0,01	31,34	20,68
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL) Indoor		0	0	0	0	0	0,15	0,01	0,00	3,47	0,99
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA) Indoor		0	0	0	0	0	0,06	0,03	0,01	54,42	13,62
04053100301-AI AL0013 MOLINETA Indoor		0	0	0	0	0	0,04	0,04	0,03	99,57	76,79
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,31	0,06	0,06	20,52	20,32
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,28	0,10	0,10	36,52	35,80
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL) Outdoor		0	0	0	0	0	0,63	0,03	0,03	5,30	4,80
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA) Outdoor		0	0	0	0	0	0,32	0,32	0,32	98,95	97,19
04053100301-AI AL0013 MOLINETA Outdoor		0	0	0	0	0	0,10	0,10	0,10	100,00	98,71

Figura 4-24 Estadísticas cobertura 2G-900 urbano.

- Se obtendrán estadísticas de cobertura radioeléctrica sobre el conjunto de superficie outdoor e indoor del núcleo urbano en cuestión referente a estos dos umbrales de la situación consolidada y se generará tabla de incrementos (estadísticas consolidadas – estadísticas actuales)
- La herramienta de manera interna ejecutará dicha diferencia entre consolidado y actual para luego hacer un printado en forma de mapa de calor, según los rangos indicados.
- En simulaciones rurales: Se obtendrán estadísticas de cobertura radioeléctrica (Figura 4-25) sobre el conjunto de núcleos de población incluidas dentro del área objetivo entre los umbrales anteriormente indicados. Del mismo modo, se obtendrán los datos consolidados y actual, para acabar con printado en mapa de calor según rangos (Figura 4-26).

Se detecta una pérdida de cobertura en ciertas zonas, sobre todo en la parte norte del área objetivo marcada por Operador 1 (Figura 4-26). De cara a solucionarlo se llevan a cabo los siguientes cambios de inclinación eléctrica en G900 Operador 1:

- ANDX8762E1<sup>28</sup>: de 8° a 5°.
- ANDX8704E1: de 4° a 1°.
- ANDX8704E3: de 3° a 2°.
- ANDX8761E3: de 5° a 4°.
- ANDX9314E2: de 5 a 4°.
- ANDX9395E1: de 1° a 4°.
- ANDX9395E3: de 3° a 1°.
- ANDX9221E2: de 3° a 1°.

<sup>28</sup> Estándar interno en Operador 1 para designar sus celdas. AND8726, letra E corresponde a G900 y el ordinal corresponde con el sector.

Código	Topónimo	ACTUAL									
		P Total	P>=95dBm	P>=90dBm	%P>=95dBm	%P>=90dBm	S Total	S>=95dBm	S>=90dBm	%S>=95dBm	%S>=90dBm
30033030299-AI AL0013 PUERTO LUMBRERAS *DISEMINADO*		7,498	7	6	88	79	0,05	0,05	0,04	88,06	79,25
04053080699-AI AL0013 GIBAOS (LOS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	96,87	96,87
04053020199-AI AL0013 GÓÑAR *DISEMINADO*		81,575	75	70	92	86	0,07	0,07	0,06	92,46	85,53
04053080601-AI AL0013 GIBAOS (LOS)		11,216	11	9	95	76	0,03	0,03	0,02	95,44	75,90
04053080499-AI AL0013 ÚRCAL *DISEMINADO*		242,36	109	88	45	36	0,25	0,11	0,09	44,96	36,42
04053080402-AI AL0013 ÚRCAL		102,86	38	28	37	28	0,48	0,18	0,13	37,28	27,69
04053080399-AI AL0013 LABORES (LAS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,21	0,20	0,20	97,02	97,01
04053020299-AI AL0013 NORIAS (LAS) *DISEMINADO*		51	50	49	98	96	0,24	0,23	0,23	97,94	95,52
04053070199-AI AL0013 GOR (EL) *DISEMINADO*		0,297	0	0	38	38	0,03	0,01	0,01	38,25	37,74
04053080301-AI AL0013 LABORES (LAS)		145	132	97	91	67	0,20	0,18	0,14	91,17	67,08
04053070399-AI AL0013 LOMA (LA) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,07	0,04	0,01	64,12	21,41
04053060399-AI AL0013 SAN FRANCISCO *DISEMINADO*		317	291	277	92	87	0,46	0,43	0,41	91,82	87,43
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO*		69	59	37	85	54	0,50	0,43	0,27	85,44	53,77
04053060299-AI AL0013 SALTADOR (EL) *DISEMINADO*		332	298	163	90	49	0,07	0,06	0,03	89,77	49,13
04103000799-AI AL0013 LLANOS (LOS) *DISEMINADO*		7,555	4	3	52	37	0,06	0,03	0,02	52,03	37,41
30024020999-AI AL0013 ROCHE *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,03	0,02	0,02	59,85	57,09
04053020202-AI AL0013 NORIAS (LAS)		76	76	76	100	100	0,08	0,08	0,08	100,00	100,00
04053020201-AI AL0013 CARMONAS (LOS)		32	32	32	100	100	0,02	0,02	0,02	100,00	100,00
30024020399-AI AL0013 MEDRANO *DISEMINADO*		2	1	1	54	41	0,01	0,00	0,00	53,91	41,33
30024020699-AI AL0013 RINCÓN Y LAS RAMBLICAS *DISEMINADO*		102	23	15	22	14	0,00	0,00	0,00	22,46	14,30
04053080299-AI AL0013 GIBILEY *DISEMINADO*		7	7	5	98	72	0,12	0,12	0,09	98,17	72,26
04075020399-AI AL0013 SOLERES (LOS) *DISEMINADO*		41,096	9	9	22	22	0,00	0,00	0,00	21,78	21,78
04075020299-AI AL0013 PINARES (LOS) *DISEMINADO*		11	4	4	33	33	0,00	0,00	0,00	32,51	32,51
04053090299-AI AL0013 PARATA (LA) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,06	0,06	0,03	97,11	49,84
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO*		36	36	36	100	99	0,46	0,46	0,46	99,70	98,73
04053060301-AI AL0013 SAN FRANCISCO		197	197	197	100	100	0,21	0,21	0,21	100,00	100,00
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL)		207	196	116	95	56	1,02	0,96	0,57	94,67	56,19
04053090201-AI AL0013 PARATA (LA)		0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA)		372	359	250	96	67	0,38	0,37	0,26	96,38	67,24
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA		13719	13087	12076	95	88	1,70	1,62	1,50	95,39	88,03
04053100301-AI AL0013 MOLINETA		443	443	443	100	100	0,15	0,15	0,15	100,00	100,00
04053090199-AI AL0013 ALMAJALEJO *DISEMINADO*		10,816	11	10	98	96	0,01	0,01	0,01	97,59	95,95
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO*		6	6	6	100	99	0,05	0,05	0,04	100,00	99,25
04053090101-AI AL0013 ALMAJALEJO		26,014	3	2	10	8	0,04	0,00	0,00	10,26	7,55
04053080799-AI AL0013 PEDREGALES (LOS) *DISEMINADO*		101	49	49	49	49	0,01	0,00	0,00	48,91	48,72
04053011399-AI AL0013 PILAR (EL) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,04	0,04	0,04	100,00	100,00

Figura 4-25 Estadísticas cobertura 2G-900 rural.

**Metodología de cálculo cobertura 3G:**

La simulación de cobertura radioeléctrica 3G consiste en la obtención del nivel de canal piloto (CPICH) recibido dentro del área objetivo, procedente de celdas 3G en la banda o bandas requerida (900 MHz y 2100 MHz). El nivel de señal calculado en cada punto será el procedente del sector considerado como mejor servidor (aquel que imponga mayor señal) en dicho punto de entre el conjunto de nodos empleados en la simulación.

El umbral inferior de referencia para la representación de la cobertura 3G de los nodos del clúster será de -103dBm y el superior de -90dBm.

Como en 2G, se calcularán las estadísticas previas (Figuras 4-27 a 4-30) y consolidadas de U900 y U2100 en clúster urbano y rural que permiten comprobar de forma analítica las zonas que pierden cobertura restando las estadísticas en estado actual a los valores del consolidado. En figura 4-31 y Figura 4-32 queda representado dicho efecto de forma gráfica.

También, para las tecnologías 3G se detecta una pérdida de cobertura en zonas norte del área objetivo (Figura 4-31 y Figura 4-32). Para solucionarlo se llevan a cabo los siguientes cambios de inclinación eléctrica en U900 OSP:

- ANDX8762F1: de 8° a 5°.
- ANDX8704F1: de 4° a 1°.
- ANDX8704F3: de 3° a 2°.
- ANDX8761F3: de 5° a 4°.
- ANDX9314F2: de 5° a 4°.
- ANDX9395F1: de 1° a 2°.
- ANDX9395F3: de 3° a 1°.
- ANDX9221F2: de 3° a 1°.

Cambios de inclinación eléctrica en U2100 OSP:

- ANDX8762B1: de 4° a 2°.
- ANDX8704B1: de 3° a 1°.
- ANDX8761B3: de 4° a 3°.

- ANDX9221B2: de 1° a 0°.

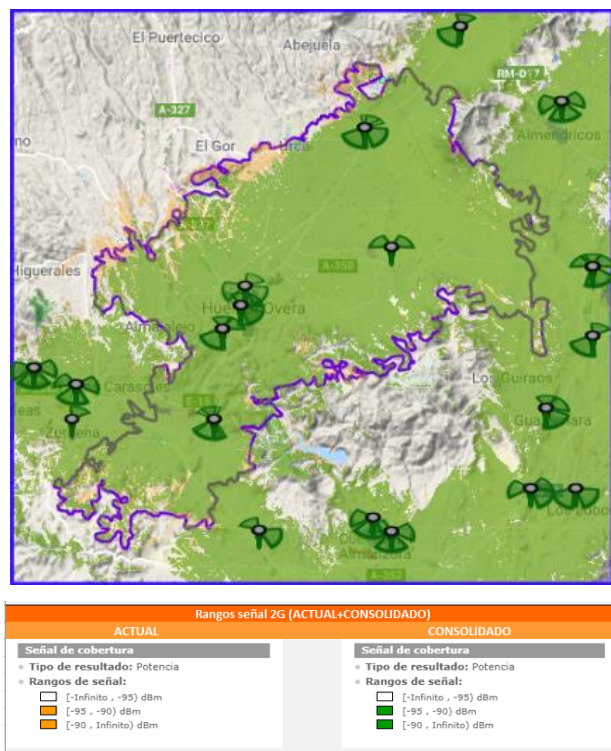


Figura 4-26 Rangos señal actual y consolidado 2G-900 rural.

Código	Topónimo	ACTUAL									
		P Total	P>=-103dBm	P>=-98dBm	%P>=-103dBm	%P>=-98dBm	S Total	S>=-103dBm	S>=-98dBm	%S>=-103dBm	%S>=-98dBm
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,01	0,00	0,00	59,40	59,40
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA Indoor		0	0	0	0	0	0,63	0,63	0,39	99,07	61,45
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,02	0,01	0,01	54,22	54,22
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA Outdoor		0	0	0	0	0	1,06	1,06	1,01	99,99	95,95
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,08	0,02	0,00	21,53	3,57
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,07	0,02	0,00	31,73	2,51
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL) Indoor		0	0	0	0	0	0,15	0,01	0,00	4,30	0,06
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA) Indoor		0	0	0	0	0	0,06	0,04	0,00	67,54	1,14
04053100301-AI AL0013 MOLINETA Indoor		0	0	0	0	0	0,04	0,04	0,01	99,93	21,68
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,31	0,06	0,06	20,52	18,23
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,28	0,10	0,06	36,54	22,44
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL) Outdoor		0	0	0	0	0	0,63	0,03	0,00	5,35	0,16
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA) Outdoor		0	0	0	0	0	0,32	0,32	0,08	99,39	25,38
04053100301-AI AL0013 MOLINETA Outdoor		0	0	0	0	0	0,10	0,10	0,09	100,00	91,99

Figura 4-27 Estadísticas cobertura 3G-900 urbano.

Código	Topónimo	ACTUAL									
		P Total	P>=-103dBm	P>=-90dBm	%P>=-103dBm	%P>=-90dBm	S Total	S>=-103dBm	S>=-90dBm	%S>=-103dBm	%S>=-90dBm
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,01	0,00	0,00	57,39	9,65
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA Indoor		0	0	0	0	0	0,63	0,20	0,05	31,39	7,34
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,02	0,01	0,01	54,22	50,80
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA Outdoor		0	0	0	0	0	1,06	0,97	0,20	91,96	19,05
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,08	0,00	0,00	4,20	0,00
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,07	0,00	0,00	2,49	0,00
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL) Indoor		0	0	0	0	0	0,15	0,00	0,00	0,22	0,00
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA) Indoor		0	0	0	0	0	0,06	0,00	0,00	3,25	0,00
04053100301-AI AL0013 MOLINETA Indoor		0	0	0	0	0	0,04	0,01	0,00	18,29	0,20
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,31	0,06	0,00	19,35	0,00
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,28	0,05	0,00	18,84	0,00
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL) Outdoor		0	0	0	0	0	0,63	0,01	0,00	1,91	0,00
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA) Outdoor		0	0	0	0	0	0,32	0,16	0,00	50,80	0,00
04053100301-AI AL0013 MOLINETA Outdoor		0	0	0	0	0	0,10	0,09	0,01	92,13	5,46

Figura 4-28 Estadísticas cobertura 3G-2100 urbano.



Código	Topónimo	ACTUAL									
		P Total	P>=-103dBm	P>=-90dBm	%P>=-103dBm	%P>=-90dBm	S Total	S>=-103dBm	S>=-90dBm	%S>=-103dBm	%S>=-90dBm
30033030299-AI AL0013 PUERTO LUMBRERAS *DISEMINADO*		7,498	7	2	90	31	0,05	0,05	0,02	90,00	31,39
04053080699-AI AL0013 GIBAO (LOS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	96,87	91,67
04053020199-AI AL0013 GÓÑAR *DISEMINADO*		81,575	76	62	93	76	0,07	0,07	0,06	92,81	76,44
04053080601-AI AL0013 GIBAO (LOS)		11,216	11	4	99	38	0,03	0,03	0,01	98,99	38,01
04053080499-AI AL0013 ÚRCAL *DISEMINADO*		242,36	128	35	53	14	0,25	0,13	0,04	52,63	14,34
04053080402-AI AL0013 ÚRCAL		102,86	40	12	39	12	0,48	0,19	0,06	39,24	12,06
04053080399-AI AL0013 LABORES (LAS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,21	0,20	0,19	97,02	93,33
04053020299-AI AL0013 NORIAS (LAS) *DISEMINADO*		51	50	41	98	81	0,24	0,23	0,19	97,89	80,96
04053070199-AI AL0013 GOR (EL) *DISEMINADO*		0,297	0	0	38	8	0,03	0,01	0,00	38,25	8,04
04053080301-AI AL0013 LABORES (LAS)		145	135	49	93	34	0,20	0,19	0,07	93,36	34,00
04053070399-AI AL0013 LOMA (LA) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,07	0,05	0,01	77,99	17,77
04053060399-AI AL0013 SAN FRANCISCO *DISEMINADO*		317	289	167	91	53	0,46	0,42	0,24	91,09	52,81
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO*		69	63	20	92	29	0,50	0,46	0,14	91,77	29,07
04053060299-AI AL0013 SALTADOR (EL) *DISEMINADO*		332	312	88	94	27	0,07	0,06	0,02	93,83	26,55
04103000799-AI AL0013 LLANOS (LOS) *DISEMINADO*		7,555	6	2	78	22	0,06	0,05	0,01	78,39	21,95
30024020999-AI AL0013 ROCHE *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,03	0,02	0,01	57,36	21,80
04053020202-AI AL0013 NORIAS (LAS)		76	76	47	100	61	0,08	0,08	0,05	100,00	61,42
04053020201-AI AL0013 CARMONAS (LOS)		32	32	10	100	31	0,02	0,02	0,01	100,00	30,92
30024020399-AI AL0013 MEDRANO *DISEMINADO*		2	1	0	54	8	0,01	0,00	0,00	53,91	8,01
30024020699-AI AL0013 RINCÓN Y LAS RAMBLICAS *DISEMINADO*		102	23	0	22	0	0,00	0,00	0,00	22,46	0,00
04053080299-AI AL0013 GIBILEY *DISEMINADO*		7	7	1	95	21	0,12	0,11	0,02	94,59	20,55
04075020399-AI AL0013 SOLERES (LOS) *DISEMINADO*		41,096	9	0	22	0	0,00	0,00	0,00	21,78	0,01
04075020299-AI AL0013 PINARES (LOS) *DISEMINADO*		11	11	4	98	33	0,00	0,00	0,00	97,86	32,51
04053090299-AI AL0013 PARATA (LA) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,06	0,06	0,02	97,26	34,55
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO*		36	36	30	100	85	0,46	0,46	0,39	99,87	84,72
04053060301-AI AL0013 SAN FRANCISCO		197	197	195	100	99	0,21	0,21	0,21	100,00	99,00
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL)		207	201	63	97	31	1,02	0,99	0,31	96,98	30,55
04053090201-AI AL0013 PARATA (LA)		0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA)		372	369	27	99	7	0,38	0,38	0,03	99,17	7,39
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA		13719	13316	8686	97	63	1,70	1,65	1,08	97,07	63,32
04053100301-AI AL0013 MOLINETA		443	443	443	100	100	0,15	0,15	0,15	100,00	100,00
04053090199-AI AL0013 ALMAJALEJO *DISEMINADO*		10,816	11	5	100	43	0,01	0,01	0,01	99,98	42,87
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO*		6	6	6	100	96	0,05	0,05	0,04	100,00	96,15
04053090101-AI AL0013 ALMAJALEJO		26,014	3	1	11	3	0,04	0,00	0,00	10,71	2,67
04053080799-AI AL0013 PEDREGALES (LOS) *DISEMINADO*		101	49	0	49	0	0,01	0,00	0,00	49,00	0,00
04053011399-AI AL0013 PILAR (EL) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,04	0,04	0,04	100,00	100,00

Figura 4-29 Estadísticas cobertura 3G-900 rural.

Código	Topónimo	ACTUAL									
		P Total	P>=-103dBm	P>=-90dBm	%P>=-103dBm	%P>=-90dBm	S Total	S>=-103dBm	S>=-90dBm	%S>=-103dBm	%S>=-90dBm
30033030299-AI AL0013 PUERTO LUMBRERAS *DISEMINADO*		7,498	7	2	89	31	0,05	0,05	0,02	89,00	30,60
04053080699-AI AL0013 GIBAO (LOS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	96,87	91,67
04053020199-AI AL0013 GÓÑAR *DISEMINADO*		81,575	75	55	92	68	0,07	0,07	0,05	91,65	67,61
04053080601-AI AL0013 GIBAO (LOS)		11,216	10	4	89	34	0,03	0,02	0,01	88,82	34,12
04053080499-AI AL0013 ÚRCAL *DISEMINADO*		242,36	122	42	50	17	0,25	0,13	0,04	50,38	17,44
04053080402-AI AL0013 ÚRCAL		102,86	44	16	42	16	0,48	0,20	0,08	42,29	15,52
04053080399-AI AL0013 LABORES (LAS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,21	0,20	0,19	97,02	94,31
04053020299-AI AL0013 NORIAS (LAS) *DISEMINADO*		51	50	44	97	87	0,24	0,23	0,21	97,23	87,18
04053070199-AI AL0013 GOR (EL) *DISEMINADO*		0,297	0	0	38	0	0,03	0,01	0,00	38,25	0,00
04053080301-AI AL0013 LABORES (LAS)		145	135	45	93	31	0,20	0,19	0,06	93,33	31,00
04053070399-AI AL0013 LOMA (LA) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,07	0,05	0,01	74,70	14,72
04053060399-AI AL0013 SAN FRANCISCO *DISEMINADO*		317	292	176	92	56	0,46	0,43	0,26	92,11	55,64
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO*		69	64	16	93	24	0,50	0,46	0,12	92,96	23,88
04053060299-AI AL0013 SALTADOR (EL) *DISEMINADO*		332	329	116	99	35	0,07	0,07	0,02	99,07	34,88
04103000799-AI AL0013 LLANOS (LOS) *DISEMINADO*		7,555	4	1	54	9	0,06	0,03	0,01	54,36	9,14
30024020999-AI AL0013 ROCHE *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,03	0,02	0,01	58,70	25,25
04053020202-AI AL0013 NORIAS (LAS)		76	76	71	100	93	0,08	0,08	0,08	100,00	93,42
04053020201-AI AL0013 CARMONAS (LOS)		32	32	32	100	100	0,02	0,02	0,02	100,00	100,00
30024020399-AI AL0013 MEDRANO *DISEMINADO*		2	1	0	54	0	0,01	0,00	0,00	53,91	0,00
30024020699-AI AL0013 RINCÓN Y LAS RAMBLICAS *DISEMINADO*		102	23	0	22	0	0,00	0,00	0,00	22,46	0,00
04053080299-AI AL0013 GIBILEY *DISEMINADO*		7	7	2	96	21	0,12	0,11	0,03	95,71	21,49
04075020399-AI AL0013 SOLERES (LOS) *DISEMINADO*		41,096	9	0	22	0	0,00	0,00	0,00	21,78	0,00
04075020299-AI AL0013 PINARES (LOS) *DISEMINADO*		11	11	4	100	33	0,00	0,00	0,00	100,00	32,51
04053090299-AI AL0013 PARATA (LA) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,06	0,06	0,02	97,11	34,52
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO*		36	36	30	100	82	0,46	0,46	0,38	99,78	82,00
04053060301-AI AL0013 SAN FRANCISCO		197	197	197	100	100	0,21	0,21	0,21	100,00	100,00
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL)		207	203	62	98	30	1,02	1,00	0,31	98,30	30,15
04053090201-AI AL0013 PARATA (LA)		0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA)		372	369	27	99	7	0,38	0,38	0,03	99,07	7,39
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA		13719	12381	6312	90	46	1,70	1,53	0,78	90,25	46,01
04053100301-AI AL0013 MOLINETA		443	443	443	100	100	0,15	0,15	0,15	100,00	100,00
04053090199-AI AL0013 ALMAJALEJO *DISEMINADO*		10,816	11	5	100	43	0,01	0,01	0,01	99,98	42,86
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO*		6	6	5	99	91	0,05	0,04	0,04	98,76	91,07
04053090101-AI AL0013 ALMAJALEJO		26,014	3	1	10	3	0,04	0,00	0,00	10,49	2,67
04053080799-AI AL0013 PEDREGALES (LOS) *DISEMINADO*		101	44	29	44	29	0,01	0,00	0,00	44,04	29,13
04053011399-AI AL0013 PILAR (EL) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,04	0,02	0,02	55,10	42,99

Figura 4-30 Estadísticas cobertura 3G-2100 rural.



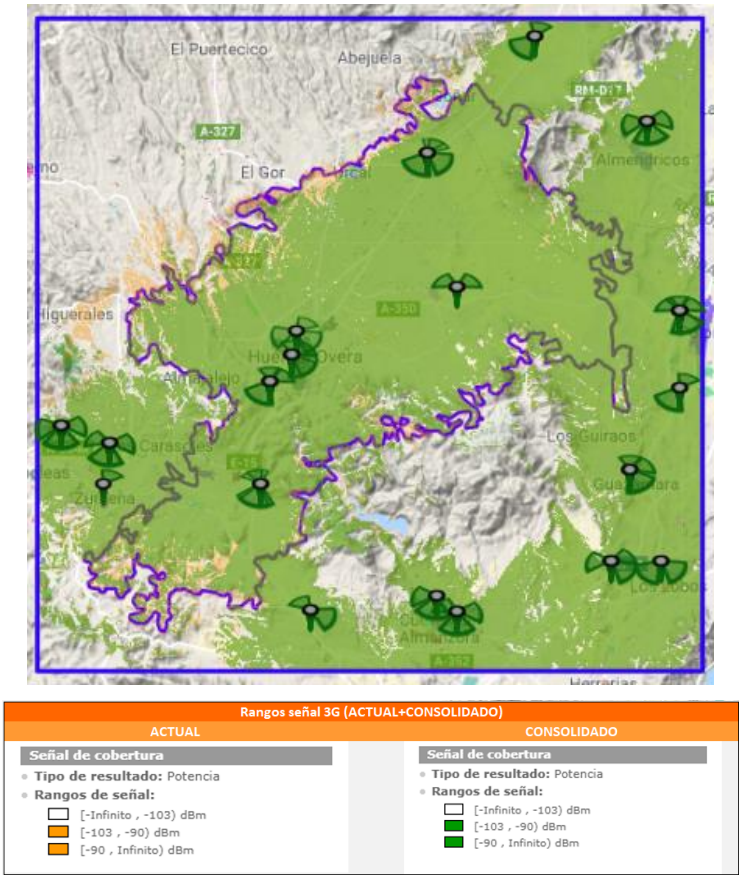


Figura 4-31 Rangos señal actual y consolidado 3G-900 rural.

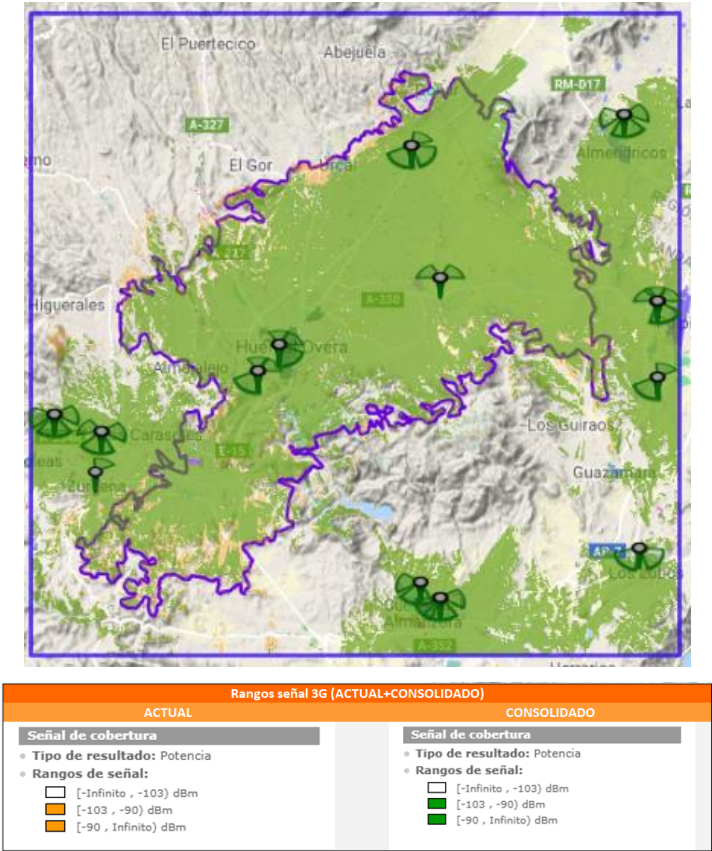


Figura 4-32 Rangos señal actual y consolidado 3G-2100 rural.

### Metodología de cálculo cobertura 4G:

La simulación de cobertura radioeléctrica 4G consiste en la obtención del nivel de la señal de referencia (RSRP) recibido dentro del área target procedente de celdas 4G en la banda o bandas requeridas (800 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz y 2600 MHz). En el estudio concreto del cluster al que pertenece AND87300, se simplificarán los datos mostrados, limitándose al estudio del L800. El umbral de referencia inferior para la representación de la cobertura 4G de los nodos del clúster será de -118dBm y el umbral superior será de -106dBm.

Los resultados tabulados de población y superficie quedan representados en Figura 4-33 y Figura 4-34 y como se muestra en Figura 4-35 la huella de cobertura consolidada mejora a la anterior. Motivo por el que no se precisa acción.

Código	Topónimo	ACTUAL									
		P Total	P>=-118dBm	P>=-106dBm	%P>=-118dBm	%P>=-106dBm	S Total	S>=-118dBm	S>=-106dBm	%S>=-118dBm	%S>=-106dBm
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,01	0,00	0,00	58,28	41,69
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA Indoor		0	0	0	0	0	0,63	0,62	0,41	97,91	64,24
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,02	0,01	0,01	54,11	42,73
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA Outdoor		0	0	0	0	0	1,06	1,06	1,00	99,99	94,79
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,08	0,02	0,00	18,74	0,94
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,07	0,02	0,00	28,78	2,38
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL) Indoor		0	0	0	0	0	0,15	0,01	0,00	4,29	0,13
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA) Indoor		0	0	0	0	0	0,06	0,03	0,00	61,14	2,43
04053100301-AI AL0013 MOLINETA Indoor		0	0	0	0	0	0,04	0,04	0,00	86,53	4,22
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,31	0,06	0,03	20,35	8,72
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,28	0,10	0,06	36,35	22,01
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL) Outdoor		0	0	0	0	0	0,63	0,03	0,01	5,35	0,82
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA) Outdoor		0	0	0	0	0	0,32	0,32	0,12	99,20	36,29
04053100301-AI AL0013 MOLINETA Outdoor		0	0	0	0	0	0,10	0,10	0,05	99,51	54,19

Figura 4-33 Estadísticas cobertura 4G-800 urbano.

Código	Topónimo	ACTUAL									
		P Total	P>=-118dBm	P>=-106dBm	%P>=-118dBm	%P>=-106dBm	S Total	S>=-118dBm	S>=-106dBm	%S>=-118dBm	%S>=-106dBm
30033030299-AI AL0013 PUERTO LUMBRERAS *DISEMINADO*		7,498	3	1	38	9	0,05	0,02	0,00	38,46	8,51
04053080699-AI AL0013 GIBAO (LOS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,01	0,00	0,00	18,84	0,00
04053020199-AI AL0013 GÓNAR *DISEMINADO*		81,575	22	0	27	0	0,07	0,02	0,00	27,26	0,00
04053080499-AI AL0013 ÚRCAL *DISEMINADO*		242,36	13	0	5	0	0,25	0,01	0,00	5,28	0,00
04053080402-AI AL0013 ÚRCAL		102,86	2	0	2	0	0,48	0,01	0,00	2,15	0,00
04053080399-AI AL0013 LABORES (LAS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,21	0,05	0,00	26,41	0,81
04053020299-AI AL0013 NORIAS (LAS) *DISEMINADO*		51	17	2	33	3	0,24	0,08	0,01	32,66	3,29
04053080301-AI AL0013 LABORES (LAS)		145	7	0	5	0	0,20	0,01	0,00	5,04	0,00
04053060399-AI AL0013 SAN FRANCISCO *DISEMINADO*		317	245	136	77	43	0,46	0,36	0,20	77,28	42,95
04053100199-AI AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO*		69	27	11	38	16	0,50	0,19	0,08	38,42	16,07
04053060299-AI AL0013 SALTADOR (EL) *DISEMINADO*		332	121	15	36	4	0,07	0,02	0,00	36,30	4,44
04103000799-AI AL0013 LLANOS (LOS) *DISEMINADO*		7,555	1	0	14	3	0,06	0,01	0,00	14,16	2,75
30024020999-AI AL0013 ROCHE *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,03	0,01	0,00	46,33	6,15
04053020202-AI AL0013 NORIAS (LAS)		76	11	0	14	0	0,08	0,01	0,00	14,23	0,00
04053020201-AI AL0013 CARMONAS (LOS)		32	1	0	2	0	0,02	0,00	0,00	2,06	0,00
30024020999-AI AL0013 MEDRANO *DISEMINADO*		2	1	0	39	8	0,01	0,00	0,00	38,65	8,01
30024020699-AI AL0013 RINCÓN Y LAS RAMBLICAS *DISEMINADO*		102	2	0	2	0	0,00	0,00	0,00	2,23	0,00
04053080299-AI AL0013 GIBILEY *DISEMINADO*		7	5	2	70	23	0,12	0,08	0,03	70,25	23,16
04075020399-AI AL0013 SOLERES (LOS) *DISEMINADO*		41,096	9	0	22	0	0,00	0,00	0,00	21,78	0,01
04075020299-AI AL0013 PINARES (LOS) *DISEMINADO*		11	4	0	33	0	0,00	0,00	0,00	32,51	0,00
04053100399-AI AL0013 MOLINETA *DISEMINADO*		36	8	3	22	7	0,46	0,10	0,03	22,13	7,06
04053060301-AI AL0013 SAN FRANCISCO		197	197	182	100	93	0,21	0,21	0,20	100,00	92,57
04053060201-AI AL0013 SALTADOR (EL)		207	144	46	70	22	1,02	0,71	0,23	69,63	22,23
04053100101-AI AL0013 ATALAYA (LA)		372	253	27	68	7	0,38	0,26	0,03	68,13	7,23
04053100201-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA		13719	13155	8769	96	64	1,70	1,63	1,09	95,89	63,92
04053100301-AI AL0013 MOLINETA		443	418	24	94	5	0,15	0,14	0,01	94,24	5,34
04053090199-AI AL0013 ALMAJALEJO *DISEMINADO*		10,816	2	0	20	0	0,01	0,00	0,00	19,60	0,00
04053100299-AI AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO*		6	4	4	70	58	0,05	0,03	0,03	70,08	58,37
04053090101-AI AL0013 ALMAJALEJO		26,014	1	0	4	0	0,04	0,00	0,00	3,73	0,00
04053080799-AI AL0013 PEDREGALES (LOS) *DISEMINADO*		101	10	0	9	0	0,01	0,00	0,00	9,49	0,00
04053011399-AI AL0013 PILAR (EL) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,04	0,01	0,00	30,52	5,66

Figura 4-34 Estadísticas cobertura 4G-800 rural.

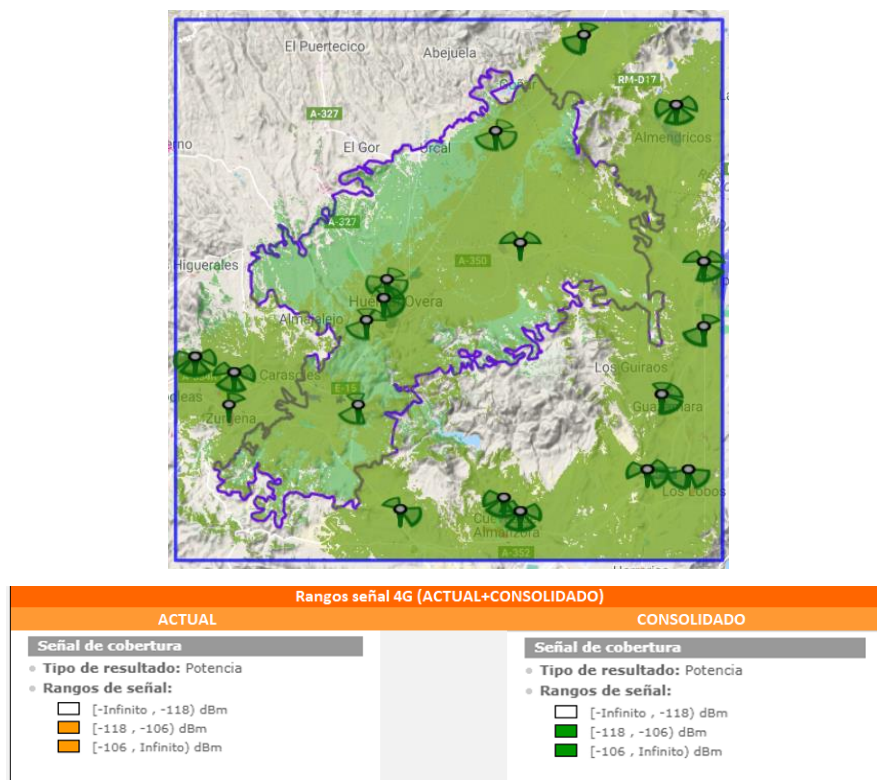


Figura 4-35 Rangos señal actual y consolidado 4G-L800 rural.

### Metodología de cálculo interferencia 2G:

La simulación de la interferencia de señal 2G consistirá en la obtención del nivel de interferencia sobre el canal baliza o BCCH en cada punto del área target del clúster. Será necesario configurar en la simulación la relación de protección cocanal de 2G, así como la relación de protección para los tres primeros canales adyacentes especificada en la Rec. GSM 05.05 de la ESTI<sup>29</sup>.

En el caso de que en la simulación de huella de interferencia alguno de los nodos incorpore una nueva estación 2G, deberá proponerse una frecuencia de la portadora baliza (BCCH) tal que su puesta en servicio garantice la mínima interferencia posible en el área de cálculo de la simulación.

El resultado del cálculo de interferencia se proporcionará en términos de magnitud C/I (columnas table Figura 4-36) siendo el umbral de referencia para la representación de la interferencia de C/I > 12 dB.

Código	Topónimo	ACTUAL Interferencias									
		P Total	I >= -300	C/I >= 12 dB	%C/I >= -300 dB	%C/I >= 12 dB	S Total	S >= -300 dB	S >= 12 dB	%S >= -300 dB	%S >= 12 dB
04053100299-ALO AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,01	0,00	0,00	59,40	59,40
04053100201-ALO AL0013 HUÉRCAL-OVERA Indoor		0	0	0	0	0	0,63	0,62	0,62	98,50	98,50
04053100299-ALO AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,02	0,01	0,01	54,22	54,22
04053100201-ALO AL0013 HUÉRCAL-OVERA Outdoor		0	0	0	0	0	1,06	1,06	1,06	99,99	99,99
04053100399-ALO AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,08	0,02	0,02	21,47	21,47
04053100199-ALO AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Indoor		0	0	0	0	0	0,07	0,02	0,02	31,34	31,34
04053060201-ALO AL0013 SALTADOR (EL) Indoor		0	0	0	0	0	0,15	0,01	0,01	3,47	3,47
04053100101-ALO AL0013 ATALAYA (LA) Indoor		0	0	0	0	0	0,06	0,03	0,03	54,42	54,42
04053100301-ALO AL0013 MOLINETA Indoor		0	0	0	0	0	0,04	0,04	0,04	99,57	99,57
04053100399-ALO AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,31	0,06	0,06	20,52	20,52
04053100199-ALO AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Outdoor		0	0	0	0	0	0,28	0,10	0,10	36,52	36,52
04053060201-ALO AL0013 SALTADOR (EL) Outdoor		0	0	0	0	0	0,63	0,03	0,03	5,30	5,30
04053100101-ALO AL0013 ATALAYA (LA) Outdoor		0	0	0	0	0	0,32	0,32	0,32	98,95	98,95
04053100301-ALO AL0013 MOLINETA Outdoor		0	0	0	0	0	0,10	0,10	0,10	100,00	100,00

Figura 4-36 Estadísticas de interferencia 2G-900 urbano.

<sup>29</sup> European Telecommunications Standards Institute o instituto europeo de estándares de telecomunicaciones



Código	Topónimo	ACTUAL Interferencias							
		P Total	C/I >= -300 dB	C/I >= 12 dB	%C/I >= -300 dB	%C/I >= 12 dB	S Total	>= -300 d	>= 12 dB
30033030299-ALO ALO013 PUERTO LUMBRERAS *DISEMINADO*		7,498	6,60246226	7	88	88	0,05	0,05	0,05
04053080699-ALO ALO013 GIBAO (LOS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01
04053020199-ALO ALO013 GÓNAR *DISEMINADO*		81,575	75,42322123	75	92	92	0,07	0,07	0,07
04053080601-ALO ALO013 GIBAO (LOS)		11,216	10,70455231	11	95	95	0,03	0,03	0,03
04053080499-ALO ALO013 ÚRCAL *DISEMINADO*		242,36	108,9654801	109	45	45	0,25	0,11	0,11
04053080402-ALO ALO013 ÚRCAL		102,86	38,34888522	38	37	37	0,48	0,18	0,18
04053080399-ALO ALO013 LABORES (LAS) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,21	0,20	0,20
04053020299-ALO ALO013 NORIAS (LAS) *DISEMINADO*		51	49,94889592	50	98	98	0,24	0,23	0,23
04053070199-ALO ALO013 GOR (EL) *DISEMINADO*		0,297	0,113608945	0	38	38	0,03	0,01	0,01
04053080301-ALO ALO013 LABORES (LAS)		145	132,1973718	132	91	91	0,20	0,18	0,18
04053070399-ALO ALO013 LOMA (LA) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,07	0,04	0,04
04053060399-ALO ALO013 SAN FRANCISCO *DISEMINADO*		317	291,0609553	291	92	92	0,46	0,43	0,43
04053100199-ALO ALO013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO*		69	58,95467007	59	85	85	0,50	0,43	0,43
04053060299-ALO ALO013 SALTADOR (EL) *DISEMINADO*		332	298,048652	298	90	90	0,07	0,06	0,06
04103000799-ALO ALO013 LLANOS (LOS) *DISEMINADO*		7,555	3,930680462	4	52	52	0,06	0,03	0,03
30024020999-ALO ALO013 ROCHE *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,03	0,02	0,02
04053020202-ALO ALO013 NORIAS (LAS)		76	76	76	100	100	0,08	0,08	0,08
04053020201-ALO ALO013 CARMONAS (LOS)		32	32	32	100	100	0,02	0,02	0,02
30024020399-ALO ALO013 MEDRANO *DISEMINADO*		2	1,078203583	1	54	54	0,01	0,00	0,00
30024020699-ALO ALO013 RINCÓN Y LAS RAMBLICAS *DISEMINADO*		102	22,9070723	23	22	22	0,00	0,00	0,00
04053080299-ALO ALO013 GIBILEY *DISEMINADO*		7	6,871566132	7	98	98	0,12	0,12	0,12
04075020399-ALO ALO013 SOLERES (LOS) *DISEMINADO*		41,096	8,952274314	9	22	22	0,00	0,00	0,00
04075020299-ALO ALO013 PINARES (LOS) *DISEMINADO*		11	3,575603123	4	33	33	0,00	0,00	0,00
04053090299-ALO ALO013 PARATA (LA) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,06	0,06	0,06
04053100399-ALO ALO013 MOLINETA *DISEMINADO*		36	35,89203225	36	100	100	0,46	0,46	0,46
04053060301-ALO ALO013 SAN FRANCISCO		197	197	197	100	100	0,2131	0,2131	0,213125
04053060201-ALO ALO013 SALTADOR (EL)		207	195,9749181	195,974918	94,67387348	94,67387348	1,0169	0,9627	0,962715
04053090201-ALO ALO013 PARATA (LA)		0	0	0	0	0	0,0004	0,0004	0,000383
04053100101-ALO ALO013 ATALAYA (LA)		372	358,5202595	358,520259	96,37641384	96,37641384	0,38	0,3662	0,36623
04053100201-ALO ALO013 HUÉRCAL-OVERA		13719	13086,85076	13086,8508	95,39216237	95,39216237	1,7	1,6217	1,621667
04053100301-ALO ALO013 MOLINETA		443	443	443	100	100	0,145	0,145	0,145
04053090199-ALO ALO013 ALMAJALEJO *DISEMINADO*		10,816	10,55547409	10,5554741	97,59129153	97,59129153	0,0144	0,014	0,014029
04053100299-ALO ALO013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO*		6	6	6	100	100	0,045	0,045	0,045
04053090101-ALO ALO013 ALMAJALEJO		26,014	2,668833708	2,25147272	10,25922083	8,654850152	0,0401	0,0041	0,003474
04053080799-ALO ALO013 PEDREGALES (LOS) *DISEMINADO*		101	49,40127215	49,4012722	48,91215064	48,91215064	0,0081	0,004	0,003974
04053011399-ALO ALO013 PILAR (EL) *DISEMINADO*		0	0	0	0	0	0,0438	0,0438	0,04375

Figura 4-37 Estadísticas de interferenci 2G-900 rural.

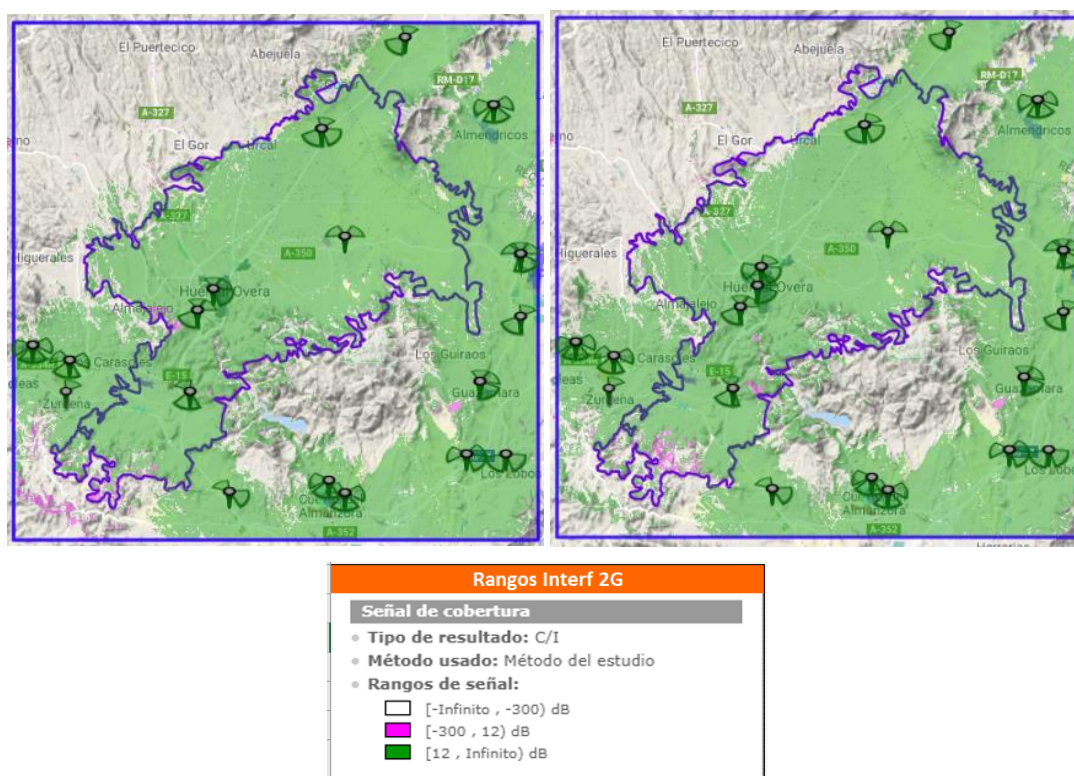


Figura 4-38 rangos interferencia 2G-900 rural actual (izq) y consolidado (der).

### Metodología de cálculo interferencia 3G:

La simulación de huella de interferencia 3G consistirá en la obtención de la “zona de servicio” en la cual el conjunto de nodos involucrados en el clúster puede proporcionar un servicio portador de datos UMTS mayor o igual a 144 kbps.

Las simulaciones se realizarán en la banda o bandas requerida (900 MHz y 2100 MHz). La zona de servicio 3G de un clúster está íntimamente relacionada con la potencia de tráfico empleada en cada celda de los nodos que proporcionan cobertura radioeléctrica en el área objetivo del mismo.

Así mismo la potencia de tráfico empleada en una celda depende del factor de carga de la misma y del número de usuarios conectados.

Para aquellas celdas nuevas que se vayan a desplegar en el clúster, se configurará un factor de carga del 30% y 30 usuarios simultáneos a la hora de realizar las simulaciones de huella de interferencia (zona de servicio).

En los estudios para la banda 3G-900 se utilizará en todos los sectores la frecuencia del canal UARFCNDL<sup>30</sup> 2959. En los estudios para la banda 3G-2100 se utilizará en todos los sectores la frecuencia del canal UARFCNDL 10668, aunque el sector disponga de varias portadoras.

Será necesario configurar en la simulación la  $E_b/N_0$  umbral (5,1 dB) para el servicio portador de UMTS LCD 144 para una BER menor a [10-6].

Así mismo en todas las simulaciones se han de considerar los siguientes parámetros:

1. Factor de actividad de las comunicaciones (40%).
2. Factor de ruido del receptor (8 dB).
3. Factor de carga en hora cargada (30% en estaciones nuevas).
4. Usuarios medios en hora cargada (30 usuarios).
5. Factor de ortogonalidad (0,4).
6. Ganancia por traspaso con continuidad (SHO) (2 dB).

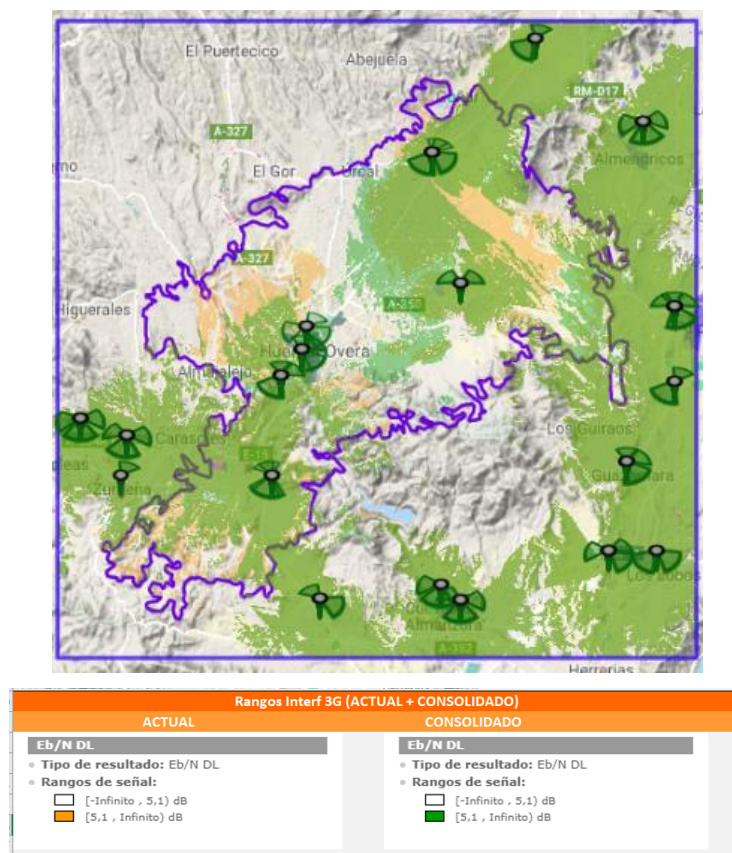


Figura 4-39 rangos Interf 3G-900 rural actual y consolidado.

<sup>30</sup> Canal de bajada para frecuencia UMTS 900 del Operador 1.

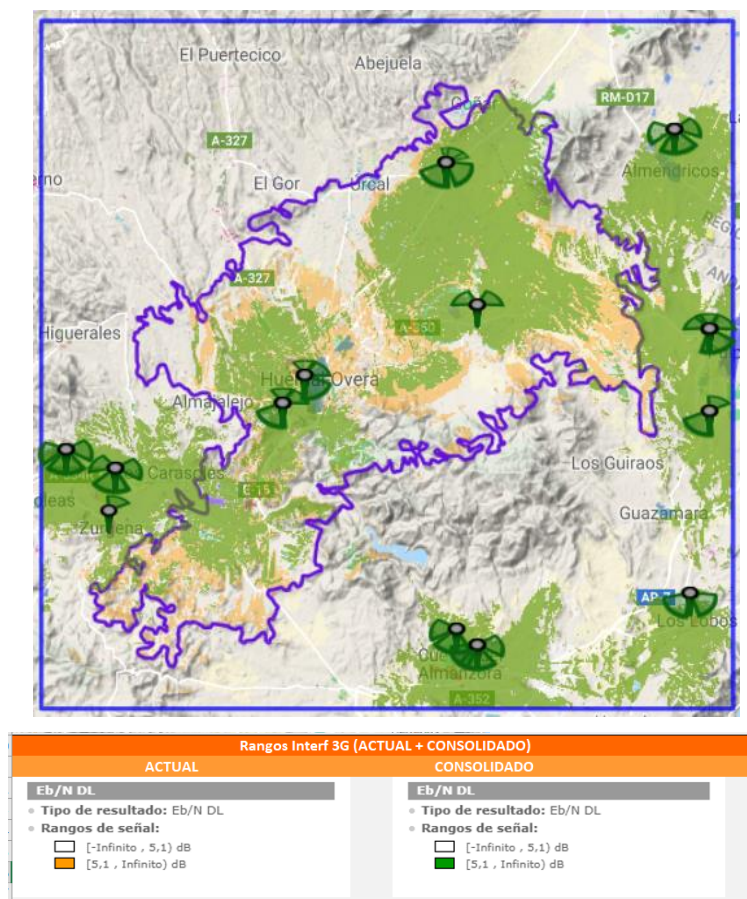


Figura 4-40 rangos Interf 3G-2100 rural actual y consolidado.

ACTUAL Interferencias							
Código	Topónimo	P Total	P>=5.1dB	%P>=5.1dB	S Total	S>=5.1dB	%S>=5.1dB
04053100299-AL001	AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Indoor	0	0	0	0,01	0,00	31,60
04053100201-AL001	AL0013 HUÉRCAL-OVERA Indoor	0	0	0	0,63	0,10	16,10
04053100299-AL001	AL0013 HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO* Outdoor	0	0	0	0,02	0,01	41,76
04053100201-AL001	AL0013 HUÉRCAL-OVERA Outdoor	0	0	0	1,06	0,26	24,33
04053100399-AL001	AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Indoor	0	0	0	0,08	0,00	0,01
04053100199-AL001	AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Indoor	0	0	0	0,07	0,00	0,00
04053060201-AL001	AL0013 SALTADOR (EL) Indoor	0	0	0	0,15	0,00	0,00
04053100101-AL001	AL0013 ATALAYA (LA) Indoor	0	0	0	0,06	0,00	0,00
04053100301-AL001	AL0013 MOLINETA Indoor	0	0	0	0,04	0,00	0,21
04053100399-AL001	AL0013 MOLINETA *DISEMINADO* Outdoor	0	0	0	0,31	0,00	0,01
04053100199-AL001	AL0013 ATALAYA (LA) *DISEMINADO* Outdoor	0	0	0	0,28	0,00	0,00
04053060201-AL001	AL0013 SALTADOR (EL) Outdoor	0	0	0	0,63	0,00	0,00
04053100101-AL001	AL0013 ATALAYA (LA) Outdoor	0	0	0	0,32	0,00	0,00
04053100301-AL001	AL0013 MOLINETA Outdoor	0	0	0	0,10	0,00	3,55

Figura 4-41 Estadísticas interferencia 3G-900 urbano.



Código	Topónimo	ACTUAL Interferencias			S Total	S >= 5,1 dB	%S >= 5,1 dB
		P Total	Eb/n >= 5,1 dB	%Eb/n >= 5,1 dB			
30033030299-ALO AL0013	PUERTO LUMBRERAS *DISEMINADO*	7,498	4	51	0,05	0,03	51,47
04053080699-ALO AL0013	GIBAOS (LOS) *DISEMINADO*	0	0	0	0,01	0,01	91,67
04053020199-ALO AL0013	GÓÑAR *DISEMINADO*	81,575	68	83	0,07	0,06	82,98
04053080601-ALO AL0013	GIBAOS (LOS)	11,216	6	56	0,03	0,02	55,85
04053080499-ALO AL0013	ÚRCAL *DISEMINADO*	242,357	9	4	0,25	0,01	3,86
04053080402-ALO AL0013	ÚRCAL	102,861	10	9	0,48	0,04	9,29
04053080399-ALO AL0013	LABORES (LAS) *DISEMINADO*	0	0	0	0,21	0,18	85,91
04053020299-ALO AL0013	NORIAS (LAS) *DISEMINADO*	51	35	69	0,24	0,17	69,39
04053080301-ALO AL0013	LABORES (LAS)	145	50	35	0,20	0,07	34,59
04053070399-ALO AL0013	LOMA (LA) *DISEMINADO*	0	0	0	0,07	0,00	0,32
04053060399-ALO AL0013	SAN FRANCISCO *DISEMINADO*	317	119	38	0,46	0,17	37,70
04053100199-ALO AL0013	ATALAYA (LA) *DISEMINADO*	69	3	4	0,50	0,02	4,18
04103000799-ALO AL0013	LLANOS (LOS) *DISEMINADO*	7,555	1	13	0,06	0,01	12,77
30024020999-ALO AL0013	ROCHE *DISEMINADO*	0	0	0	0,03	0,01	21,60
04053020202-ALO AL0013	NORIAS (LAS)	76	33	43	0,08	0,04	43,18
04053020201-ALO AL0013	CARMONAS (LOS)	32	5	17	0,02	0,00	16,70
04053080299-ALO AL0013	GIBILEY *DISEMINADO*	7	1	19	0,12	0,02	19,00
04075020399-ALO AL0013	SOLERES (LOS) *DISEMINADO*	41,096	7	16	0,00	0,00	16,48
04075020299-ALO AL0013	PIÑARES (LOS) *DISEMINADO*	11	2	15	0,00	0,00	14,71
04053090299-ALO AL0013	PARATA (LA) *DISEMINADO*	0	0	0	0,06	0,02	33,38
04053100399-ALO AL0013	MOLINETA *DISEMINADO*	36	22	60	0,46	0,28	60,07
04053060301-ALO AL0013	SAN FRANCISCO	197	135	69	0,21	0,15	68,75
04053060201-ALO AL0013	SALTADOR (EL)	207	17	8	1,02	0,08	8,04
04053090201-ALO AL0013	PARATA (LA)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
04053100201-ALO AL0013	HUÉRCAL-OVERA	13719	1467	11	1,70	0,18	10,69
04053100301-ALO AL0013	MOLINETA	443	40	9	0,15	0,01	8,95
04053090199-ALO AL0013	ALMAJALEJO *DISEMINADO*	10,816	4	39	0,01	0,01	38,77
04053100299-ALO AL0013	HUÉRCAL-OVERA *DISEMINADO*	6	5	78	0,05	0,03	77,64
04053090101-ALO AL0013	ALMAJALEJO	26,014	1	4	0,04	0,00	3,58
04053011399-ALO AL0013	PILAR (EL) *DISEMINADO*	0	0	0	0,04	0,04	100,00

Figura 4-42 Estadísticas interferencia 3G-900 rural.

### Metodología de cálculo interferencia 4G:

La simulación de la interferencia de señal 4G consistirá en la obtención del nivel de la señal ruido-interferencia (SINR) existente en cada punto del área objetivo del clúster.

El nivel de la SINR está íntimamente relacionado con la potencia de tráfico empleada en cada celda de los nodos que proporcionan cobertura radioeléctrica en el área objetivo. Así mismo la potencia de tráfico empleada en una celda depende del factor de carga de la misma.

Para aquellas celdas nuevas que se vayan a desplegar en el clúster se configurará un factor de carga del:

1. 30% si la nueva celda es 4G-800
2. 40% si la nueva celda es de 4G-1800, 4G-2100 o 4G-2600.

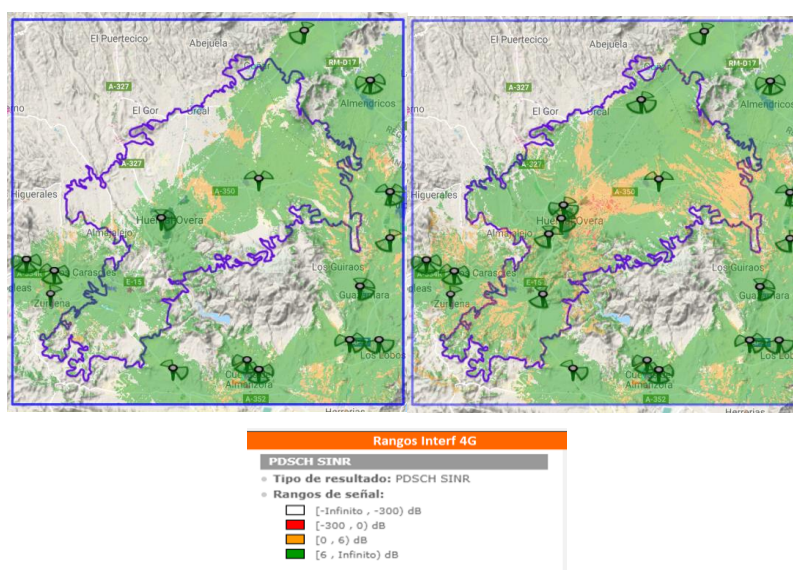


Figura 4-43 rangos Interf 4G-800 rural actual (izq) y consolidado (der).

### **Objetivos de diseño por cluster:**

Durante el diseño radio de cada uno de los clúster, se persegue dos objetivos principales:

- Cobertura consolidada en cada tecnología y para cada operador debe ser siempre superior a la cobertura actual de cada operador en el área objetivo del clúster.
- El 95% de la población cubierta en el área objetivo del clúster debe superar el umbral inferior para cada tecnología tanto en el nivel de señal como en el objetivo mínimo de interferencia.

Los umbrales definidos se detallan en Tabla 4-14:

Tabla 4–14. Objetivos teóricos de simulaciones.

		Umbral inferior	Umbral Superior	Objetivo Población sobre Umbral inferior en clúster
2G	Nivel de Señal	-95dBm	-90dBm	>95%
	Interferencia C/I	C/I > 12 dB	N/A	>95%
3G	Nivel de Señal	-103dBm	-90dBm	>95%
	Interferencia Eb/No	Eb/No 5,1 dB	N/A	>95%
4G	Nivel de Señal RSRP	-118dBm	-106dBm	>95%
	Interferencia SINR	SINR 0dB	SINR 6dB	>95%

#### **4.1.1.8 Chequeo volumen referencia**

Se comprobará la incidencia del volumen de referencia en zonas transitadas por público general, que en el caso bajo estudio (AND87300) será azotea. Su incumplimiento bloquea todo el proceso de diseño y será necesario un estudio pormenorizado contemplando las posibles soluciones.

El cálculo del paralelepípedo de referencia compuesto tendrá las dimensiones indicadas en Tabla 4-15 y las magnitudes longitudinales indicadas en cada columna quedan reflejadas en Figura 4-44:

Tabla 4–15. Volumen referencia compuesto

VOLÚMEN DE REFERENCIA COMPUESTO (m)					
Tecnología/Sector	Lm1	Lm2	Lh	Lve1	Lve2
Sector 1	8,01	0,32	5,73	1,73	1,66
Sector 2	8,01	0,32	5,73	1,73	1,66
Sector 3	8,01	0,32	5,73	1,73	1,66

La representación a escala (planta y alzado) del volumen de referencia se representa en las Figuras 4-45 a Figura 4-50. Salvo sector 1 (Figura 4-45) que invade de forma parcial la zona transitada por público general el resto de volúmenes de referencia no invaden la azotea, sin embargo, serán vallados todos los sectores por motivos de seguridad. Esta última acción se lleva a cabo por petición expresa de la jefatura en fase de requerimiento.

En la sección 5, se estudiará en detalle el método de cálculo empleado para obtener dicho volumen, el objetivo y su posterior empleo en certificación presentada en Jefatura de telecomunicaciones.



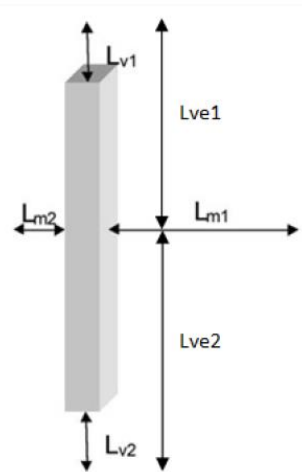


Figura 4-44 Esquema magnitudes longitudinales paralelepípedo

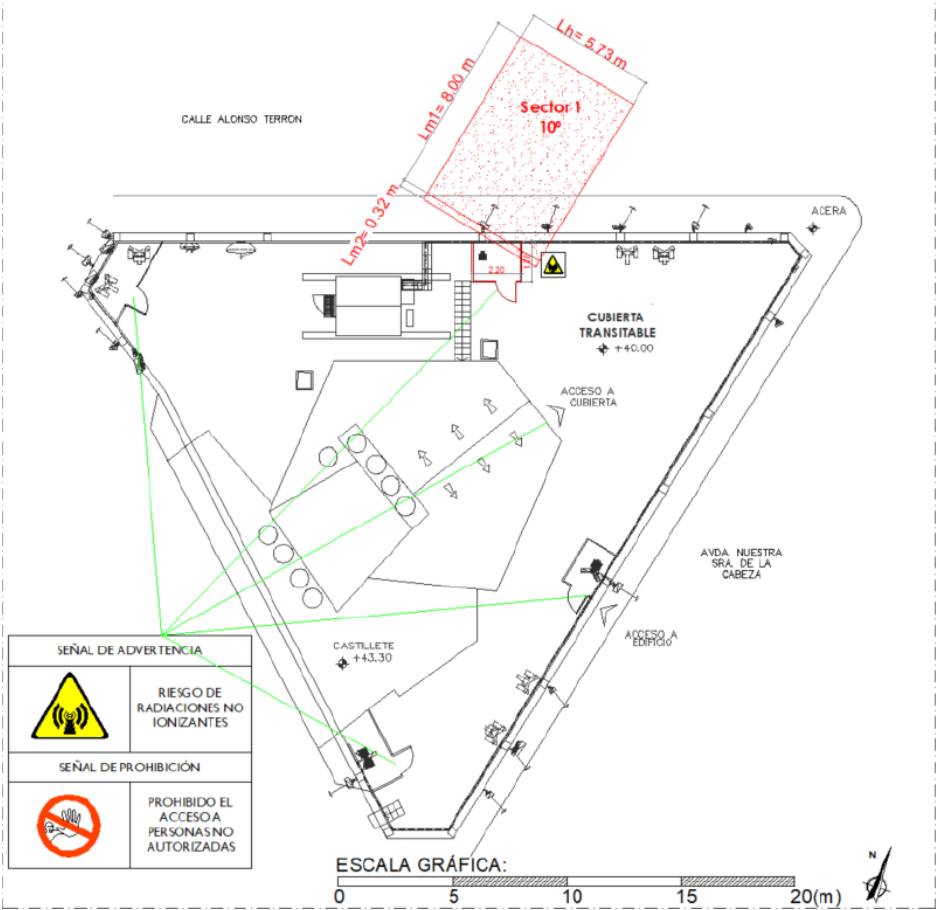


Figura 4-45 Planta del paralelepípedo sector 1

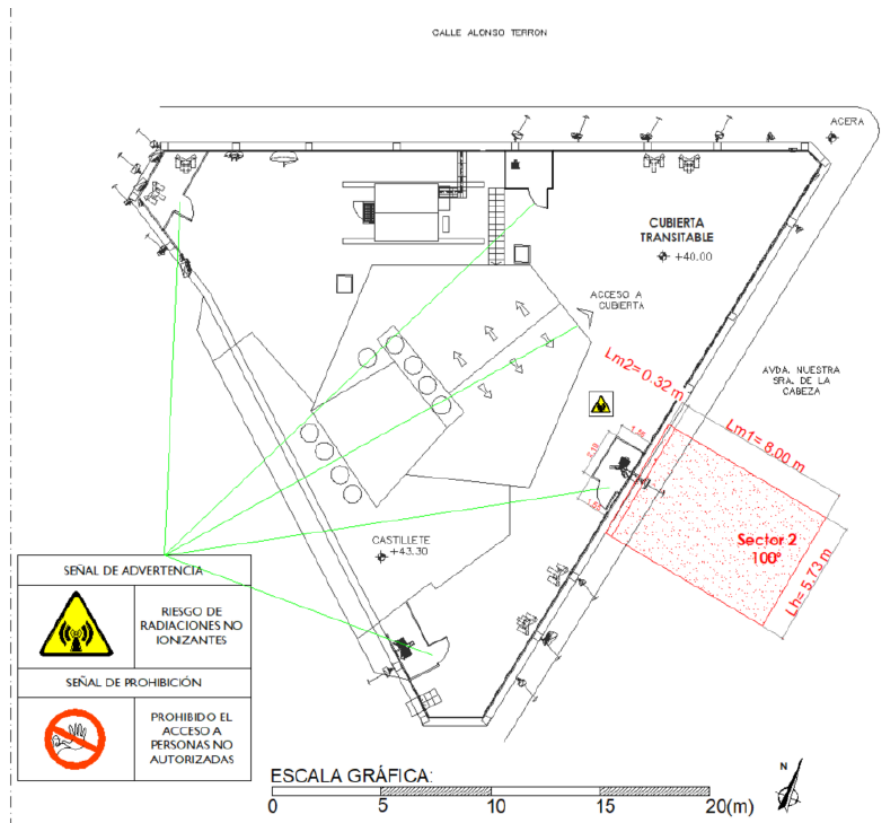


Figura 4-46 Planta del paralelepípedo sector 2

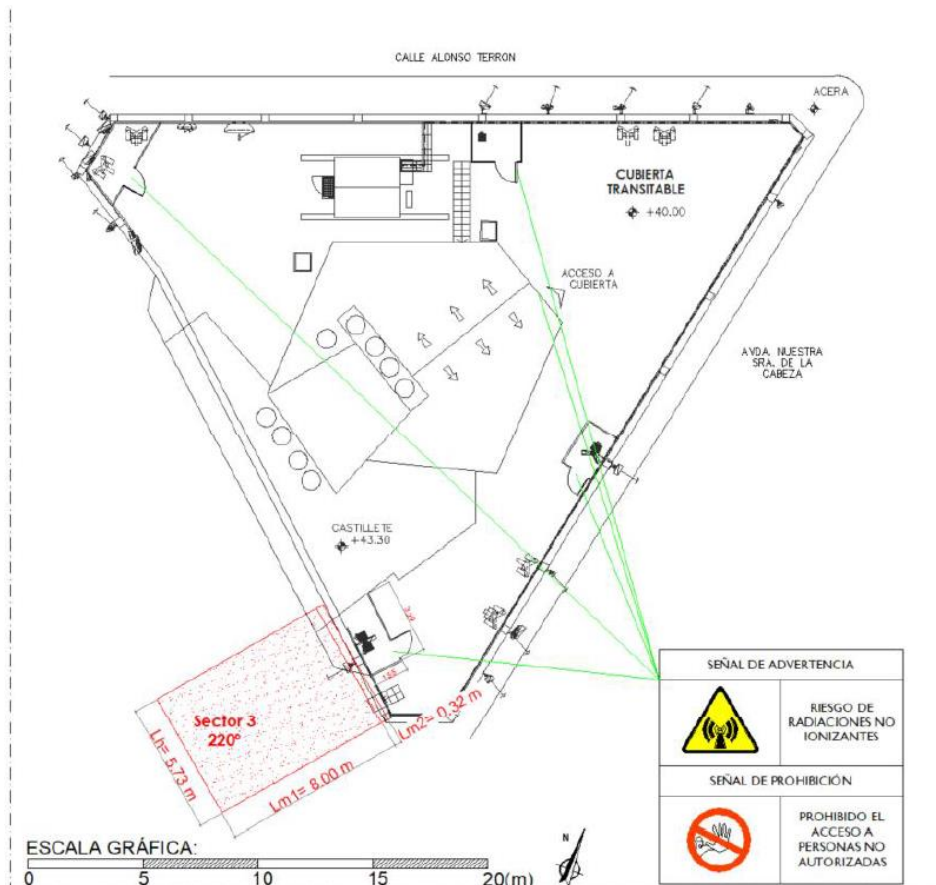


Figura 4-47 Planta del paralelepípedo sector 3

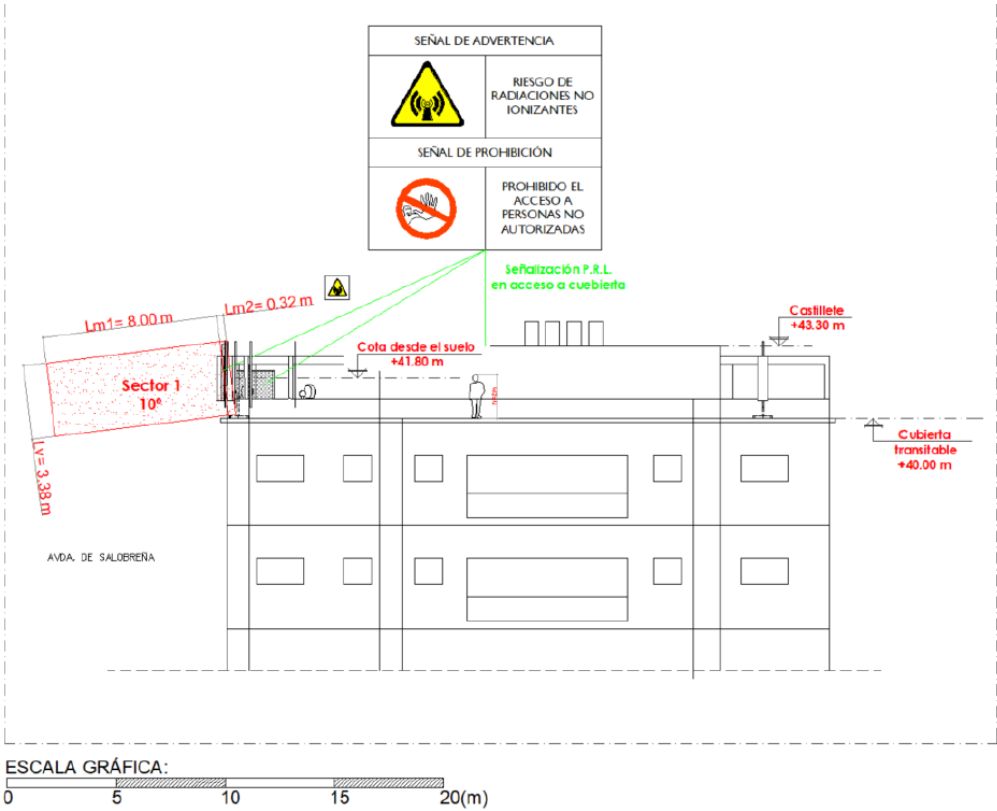


Figura 4-48 Alzado del paralelepípedo sector 1

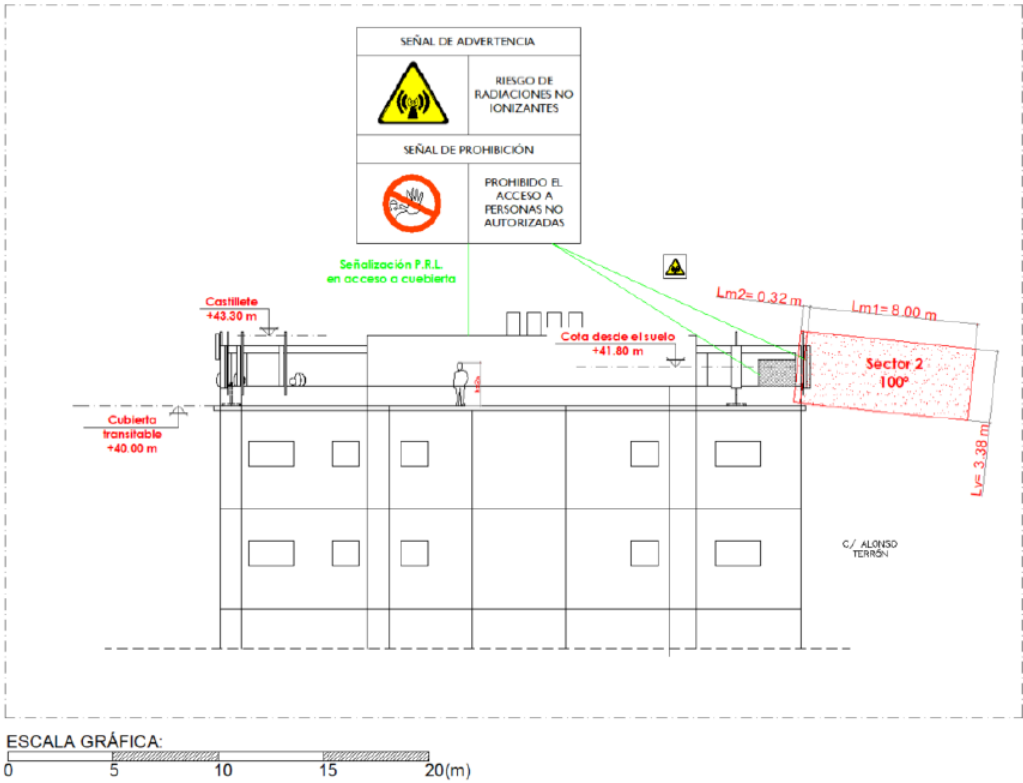


Figura 4-49 Alzado del paralelepípedo sector 2

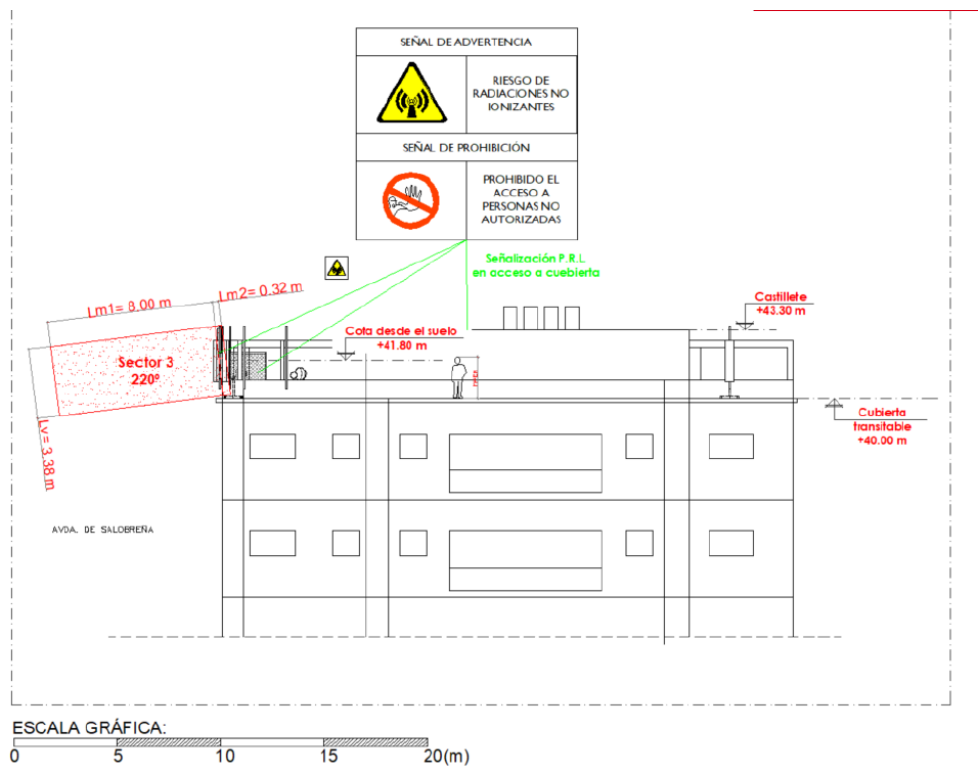


Figura 4-50 Alzado del paralelepípedo sector 3

4.1.2 Infraestructura

Se debe reparar pletina de tierra, al lado de caseta, y que se encuentra suelta. Todos los elementos metálicos se conectarán a dicha línea de tierra, existente y pendiente de reparar. Además de instalar nuevas junto antenas y RRU

Se instalará un vallado de protección para público no habitual en el entorno de la antena, indicado en punto 4.1.1.8, con las dimensiones especificadas en Figuras 4-45 a 4-47 para cada sector. Cada uno de los anteriores vallados y acceso a cubierta deberá fijarse cartelera de prohibido acceso y riesgo radiaciones no ionizantes como en Figrua 4-51.

SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA	
Pictograma	Texto
	"Antena RF", o "Emisiones no ionizantes", o "Radiotransmisores", o "Estación radioeléctrica"

SEÑAL DE PROHIBICIÓN	
Pictograma y texto	Pictograma y texto
 ACCESO PROHIBIDO AL PERSONAL NO AUTORIZADO	 PROHIBIDO EL PASO SOLO PERSONAL AUTORIZADO

Figura 4-51. Señaliazación de accesos a estaciones radioeléctricas.

Para la adecuación eléctrica del emplazamiento se instalarán dos disyuntores de 125A para alimentar las nuevas DCDU-16D (distribuidor de corriente continua versión 16D) en posición denotada en Figura 4-52 y se sustituirá la manguera de alimentación desde equipo de fuerza hasta bastidor de Operador 1.

La potencia de consumo solicitada a Operador 1 y que garantiza el correcto funcionamiento de los nuevos equipos será de 4.200 W, es responsabilidad íntegra del operador la gestión del aumento anterior. Por último, se instalará pegatinas homologadas de riesgo eléctrico en los cuadros eléctricos.



Figura 4-52. Posición para nuevos disyuntores de 125A.

Se debe intercambiar el equipo de corriente continua, encargado de adaptar la anterior corriente alterna (AC), por un nuevo equipo de fuerza de la marca ELTEK compuesto por 5 rectificadores de 155Ah instalados en posición que se indica en Figura 4-53.



Figura 4-53. Posición para equipo de fuerza Eltek con 5 rectificadores de 3000W.

En rack de 19" (Figura 4-54) dónde se alojan los equipos radio se mantendrá la cadena de baterías existente de (12v,155Ah de capacidad) completando con dos nuevas cadenas de baterías con las mismas características a las anteriores. Las cadenas de baterías se componen 4 unidades conectadas en serie. El motivo de su conexión en serie se debe a que la suma de sus voltajes computa 48V que es la tensión a la que operan los equipos radio como BBU, tarjetas y RRU.

Las dos DCDU-16D se alimentan de cada disyuntor de 125A en DC, a través de cable de 35mm<sup>2</sup> de sección. Dichas DCDU disponen de 7 puertos de los cuales 3 serán de 50A y 4 de 30A. Según la especificación técnica facilitada por el suministrador, las RRU 5509t y 5502w deben ir conectadas a los de 50A. Resto de equipos (BBU y RRU monobanda) se conectarán a puertos de 30A como se detalla en Figura 4-54.

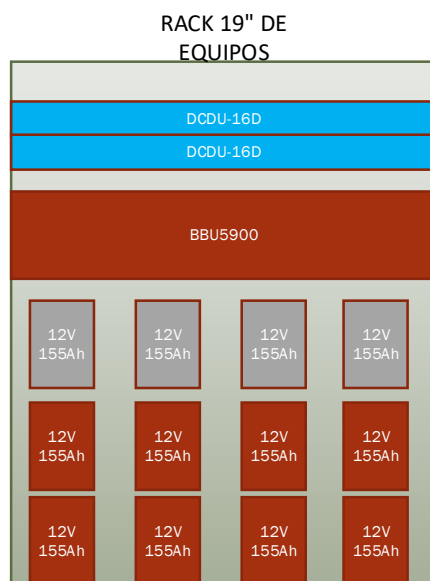


Figura 4-54. Esquema rack equipos 19”.

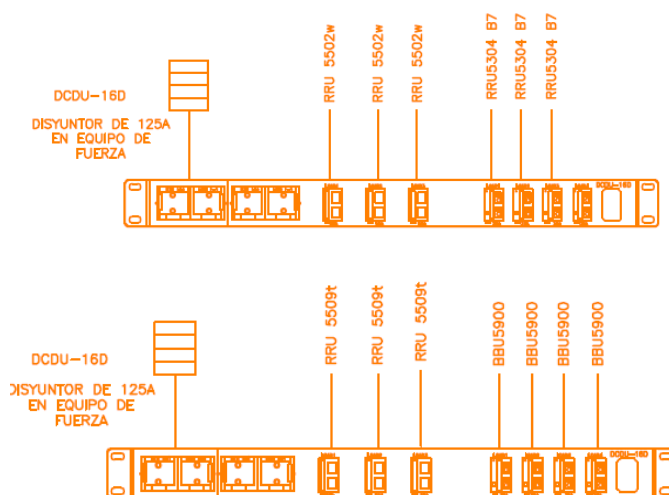


Figura 4-55. conexionado de equipos a nuevas DCDU-16D.

Se mantendrán los tres tubos soporte de antenas de 3m de longitud, anclados en dos puntos a viga riostra como se muestra en detalle arquitectónico de Figura 4-56. Continuando con la descripción, los jumpers, cables de alimentación y FO que conforman el feeder del sistema de telecomunicación se desplegará sobre rejiband existente de 300mm, anclado a pretil hasta caseta de equipos.

De cada sector, se reutiliza tubo soporte existente a trípode anclado a forjado para instalar RRUs en bandera según se ilustra en Figuras 4-57 a Figuras 4-59.

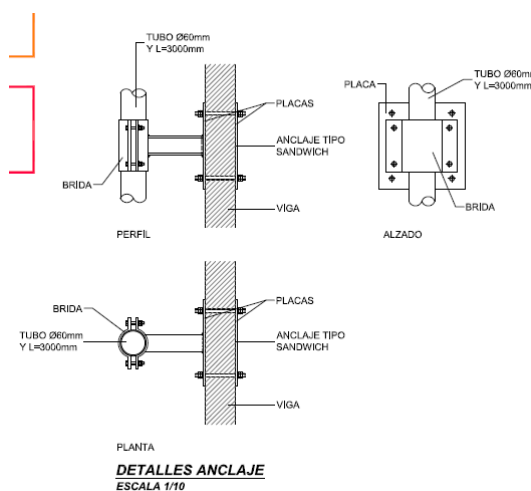


Figura 4-56 Detalle arquitectónico anclaje a pared de tubo soporte antenas

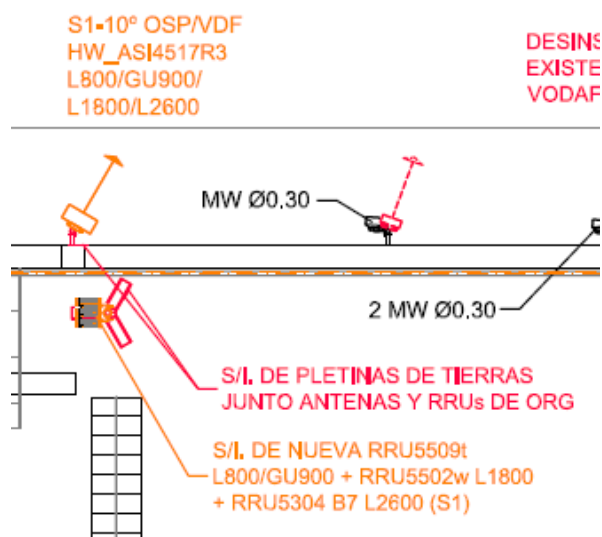


Figura 4-57 Infraestructura SSRR sector 1



Figura 4-58 Infraestructura SSRR sector 2



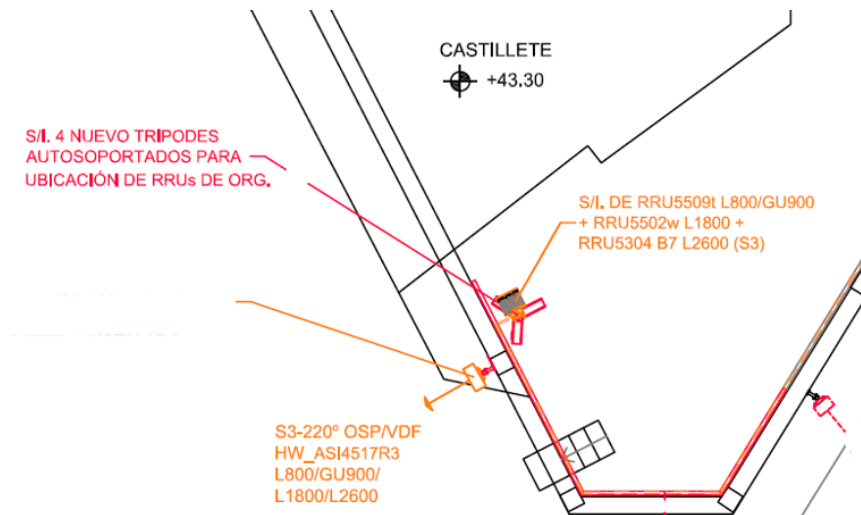


Figura 4-59 Infraestructura SSRR sector 3

Por último, se instalarán dos tubos soporte de 0,5 m de longitud para ubicación de dos nuevas parábolas para transmisión del nodo según Figura 4-60

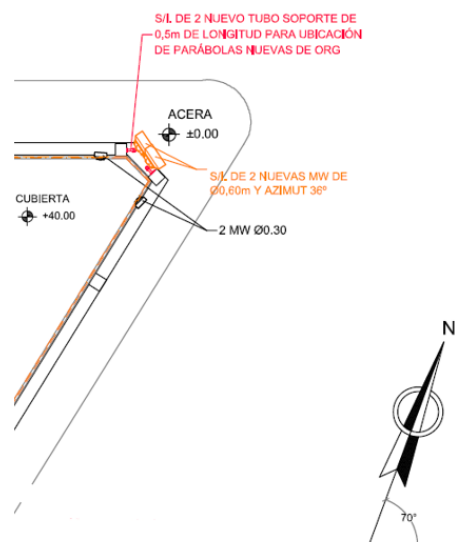


Figura 4-60 Detalle colocación y orientación parábolas.

Una vez se haya instalado e integrado lo proyectado y posteriormente comprobado el correcto desempeño tras el consolidado de la red de acceso radio en equipos del Operador 1 para AND87300, será el Operador 2 el encargado de dismantelar sus equipos existentes radio, transmisión y rack para liberar espacio.

## 4.2 Diseño de transmisión

El estudio de modificación o mejora de transmisión existente lo llevará a cabo el grupo que lleva el mismo nombre.

Su estudio se divide en tres puntos

1. Fase visual replanteo dónde se analizará la línea de visión con remotos
2. Análisis teórico mediante herramientas informáticas



3. Material necesario para introducir o modificar la transmisión del nodo en cuestión

Como resultado de su estudio, el equipo de transmisión estará compuesto por:

- RTN<sup>31</sup> 95
- 2 x RTN380AX en rack 19"
- Dos parábolas de Ø60cm.
- Se alimentará de DCDU 12B existente

---

<sup>31</sup> Equipo ip de microondas.



## 5 CERTIFICACIÓN RADIOELÉCTRICA

En paralelo a la realización del CAP, comienza a redactarse la documentación necesaria para la certificación radioeléctrica que más tarde se acabará presentando en el buzón digital de la jefatura provincial de telecomunicaciones correspondiente. Actualmente, las estaciones radioeléctricas se clasificarán dependiendo de su entorno y potencia según Tabla 5-1:

Tabla 5-1. Clasificación estaciones radioeléctricas

Tipología	Máxima PIRE	Entorno
ER1	$10 < \text{máx. PIRE}^{32} \text{ (vatios)}$	Urbano
ER2	$1 < \text{máx. PIRE (vatios)} \leq 10$	
ER3	$10 < \text{máx. PIRE (vatios)}$	No urbano donde SÍ permanecen habitualmente personas
ER4	$1 < \text{máx. PIRE (vatios)} \leq 10$	
ER5	$1 < \text{máx. PIRE (vatios)}$	No urbano y donde NO permanecen habitualmente personas
ER6	$\text{máx. PIRE (vatios)} \leq 1$	Cualquiera

En el caso que nos ocupa, AND87300 pertenece la tipología ER1 (Urbano con punto sensible y  $\text{PIRE} > 10\text{W}$ ).

La dinámica para realizar una certificación queda sintetizada en Figura 5-1. Comienza con la recepción de datos fehacientes de replanteo para posteriormene hacer un chequeo previo de cumplimiento del volumen de referencia cuando la antena esté instalada o se vaya a instalar próxima a zonas de público general. Generalmente, las antenas situadas a cotas superiores de 5m no precisarán esta comprobación previa como los sites hubicados en torres. En el caso de estudio, AND87300, sí precisa de dicho chequeo por tratarse de azotea con sistema radiante con cota inferior a 5m. Cómo se comprobó en apartado 4.1.1.8, se propuso la instalación de vallado en todos los sectores como propuesta al requerimiento requerimiento de subsanación por parte de la jefatura de telecomunicaciones, solución que fue aceptada previamente por el operador, propiedad y posteriormente por la emisora de dicho requerimiento. En cualquiera de los casos, salvo para emplazamientos distintos de ER5, será necesario el cálculo del paralelepípedo de referencia y concluir la certificación con información que se comentará en esta sección. Para emplazamientos ER5 no es necesario realizar medidas radieléctricas.

Por último, toda certificación presentada puede generar un requerimiento de subsanación incluso en fase de puesta en servicio (posterior a la instalación, integración y puesta al aire) la cual debe de responderse con la solución que subsane todo error debido a una mala proyección en estudio de medidas radioeléctricas (EMR). Por el contrario, si es debido a un defecto cuyo origen es de la instalación será el instalador el encargado de solucionarlo.

<sup>32</sup> Potencia isotrópica radiada equivalente

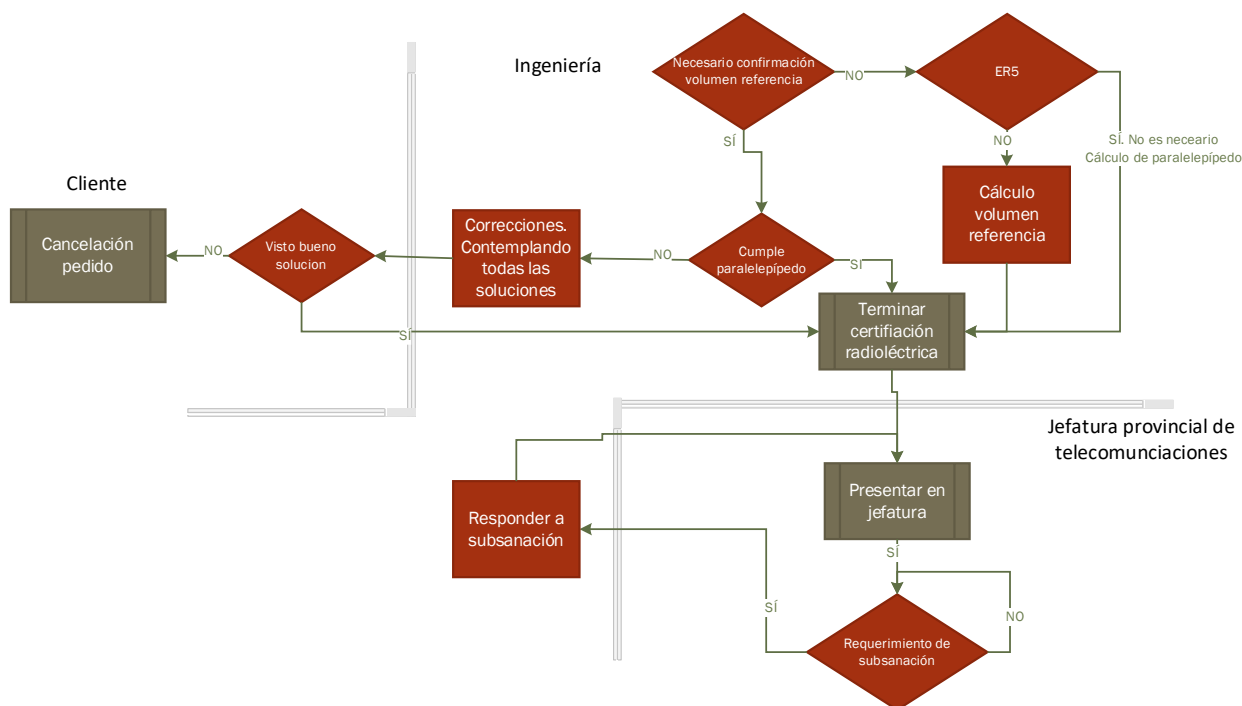


Figura 5-1. Síntesis certificación radioeléctrica.

## 5.1 Volumen de referencia

La metodología empleada para el cálculo del volumen para estaciones parte de un principio conservador de protección frente a otras emisiones radioeléctricas que introduce un factor adicional de protección al ya contemplado en los límites de exposición establecidos en RD 1066/2001. En base a dicho principio se han considerado todas las contribuciones significativas de emisiones preexistentes junto de la nueva estación bajo estudio, así como el ancho de haz máximo de cada sector.

De esta manera, se garantiza que el volumen incluido dentro del paralelepípedo calculado de manera teórica contiene todo el volumen que resultaría utilizando mediciones reales para su cálculo.

Para la obtención de las dimensiones de los paralelepípedos se han empleado las expresiones (Fórmula 5-1) recomendadas por el COIT en el “Informe sobre emisiones electromagnéticas de los sistemas de telefonía móvil y acceso fijo inalámbrico”.

$$D_{max} = \sqrt{\frac{M \cdot PIRE}{4\pi \cdot S_{max}}}$$

Fórmula 5-1 Cálculo directividad máxima de antena

Dónde:

- M: es coeficiente de reflexión.
- S<sub>max</sub>: densidad de potencia máxima permitida para las frecuencias de trabajo.
- D<sub>max</sub>: distancia al punto donde la densidad de potencia es S<sub>max</sub>.

Las expresiones particulares para el cálculo de los volúmenes de referencia son las indicadas en Fórmula 5-2:

$$L_{m1} = D_{max}$$

$$L_{m2} = D_{max} * \sqrt{G(\theta_A)} * \cos(\theta_A)$$

$$L_H = 2 * D_{max} * \sqrt{G(\theta_H)} * \sin(\theta_H)$$

$$L_{v1} = D_{max} * \sqrt{G(\theta_{v1})} * \sin(\theta_{v1})$$

$$L_{v2} = D_{max} * \sqrt{G(\theta_{v2})} * \sin(\theta_{v2})$$

Fórmula 5-2 Cálculo de medidas longitudinales de paralelepípedo

Dónde  $G(\theta)$  (Fórmula 5-2) es la ganancia de potencia de la antena normalizada, y los ángulos  $\theta_A$ ,  $\theta_H$ ,  $\theta_{v1}$  y  $\theta_{v2}$  (Fórmula 5-2) son los ángulos en que la proyección sobre el eje de corte sobre el diagrama de radiación es máxima. Las anteriores magnitudes angulares quedan representadas en Figura 5-2:

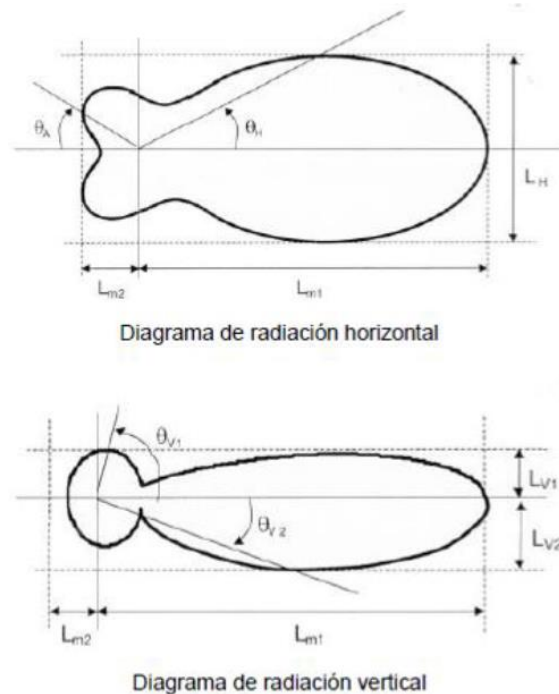


Figura 5-2. Ángulos de máxima ganancia en diagrama de radiación horizontal y vertical.

En los cálculos, se han supuesto la contribución de todas las estaciones preexistentes propias o ajenas que puedan contribuir de manera sustancial al cómputo. También se han tenido en cuenta al aplicar estas expresiones (Fórmula 5-1 y Fórmula 5-2) aún no siendo realistas, presuponen el peor caso de uso, es decir, la situación que se va a obtener un mayor campo:

- La estación se considera dimensionada al 100% de sus recursos.
- Se suponen que todas las portadoras emiten con PIRE máxima.
- Para el cálculo de la PIRE máxima total de cada tecnología, esta se ha multiplicado por el número de portadoras.
- Se supone la estación cargada al máximo de tráfico, no aplicandose factores de actividad para tener en cuenta el tráfico medio cursado.
- No se aplican factores de reducción de potencia.
- Se supone propagación en espacio libre, sin incluir posibles atenuaciones por difracción.

- g) Se considera el plano de inspección a 2 metros de altura para simular la altura de una persona.

En el caso de estaciones que presenten varias tecnologías radiando en una zona común, se procede también de la forma más desfavorable, (**volumen compuesto**)

Consideraciones de los niveles preexistentes:

- a) Para estaciones de nueva instalación en un emplazamiento nuevo, donde no existen otras tecnologías cúbicadas, los niveles preexistentes en el cálculo del paralelepípedo, en la Fórmula 5-3:

$$D'max = \sqrt{\frac{M \cdot PIRE}{4\pi \cdot S'max}}$$

$$S' max = Smax - Sprex$$

Fórmula 5-3 Directividad y densidad de potencia máxima permitida para las frecuencias de trabajo.

Donde *Sprex* es la densidad de potencia preexistente medida máxima, asociada a cada sector. Tomar este valor para calcular las dimensiones del paralelepípedo también implica considerar el peor caso. Con esta suposición, cuanto mayor sea el nivel preexistente mayores serán las dimensiones resultantes del volumen.

Se consideran tres posibles valores para M:

- 4, si se considera la reflexión total de un relleno.
- 2'56, si se considera las condiciones de reflexión típicas.
- 1, si no se considera ninguna reflexión

En AND87300, se han tomado los valores de M que se indican en Tabla 5-2:

Tabla 5-2. Índice de reflexiones empleado en cada sector

	M
Sector 1	1
Sector 2	1
Sector 3	1

- b) Para estaciones de nueva instalación en un emplazamiento donde existen otras estaciones, los niveles preexistentes en el cálculo del paralelepípedo se tiene en cuenta a través del cálculo del paralelepípedo compuesto.

Tabla 5-3. Volumen referencia compuesto

VOLUMEN DE REFERENCIA COMPUESTO (m)					
Tecnología/Sector	Lm1	Lm2	Lh	Lve1	Lve2
Sector 1	8,01	0,32	5,73	1,73	1,66
Sector 2	8,01	0,32	5,73	1,73	1,66
Sector 3	8,01	0,32	5,73	1,73	1,66

Justificación de las pérdidas de propagación en paredes y/o forjados:

Las ondas de radiofrecuencia al atravesar un medio sólido se atenúan

- En caso de atravesar paredes de un medio sólido se puede considerar un valor conservador de 8dB, recomendación UIT-R P2040-1, lo que significa que el nivel de potencia en la superficie interna de la pared es 8dB (6,3 veces) inferior al nivel de potencia en la superficie externa de la pared. En consecuencia, esta atenuación afecta a las dimensiones del volumen de protección en las direcciones que desde la antena intersectan con un elemento constructivo formado por paredes.
- En caso de atravesar forjados se puede considerar un valor conservador de 15dB de atenuación, Recomendación UIT-R P2040-1, lo que significa que el nivel de potencia en la superficie interna del forjado es 15dB (31,6 veces) inferior al nivel de potencia en la superficie externa del forjado. En consecuencia, esta atenuación afecta a las dimensiones del volumen de protección en las direcciones que desde la antena intersectan con un elemento constructivo formado por forjados.

#### 5.1.1.1 Acciones para cumplir volumen

Se contemplarán las siguiente serie de acciones para hacer cumplir el paralelepípedo. En todo caso se persigue la acción que requiera mínimo impacto en infraestructura, cumpliendo los requisitos del operador, normativa (municipal y estatal) y propiedad.

1. Modificar MDT y EDT: será la opción más común por su escaso impacto en infraestructura aunque se deberá estudiar el desalinamiento de huella de cobertura. Generalmente se opta por dar inclinación positiva que provoca un posterior sobrealcance, aumentando el número de muestras lejanas.
2. Modificar orientación antena: generalmente se optará por esta solución cuando parte del volumen de referencia incida sobre zonas de estancia habitual de público general. No requerirá gran impacto en infraestructura pero de nuevo, genera un desajuste de huella respecto de su estado previo.
3. Modificar posición antena: implica un cierto impacto de infraestructura, generalmente se dará una cota mayor previo consentimiento de propiedad y normativa municipal
4. Modificar potencia: esta solución no es comúnmente aplicada debido a la pérdida de rendimiento en emplazamientos macro.

#### 5.1.2 Errores comunes:

Los errores cometidos en la redacción de las certificaciones se clasificarán:

- Errores previos: son detectados durante el proceso anterior a la presentación en sede electrónica de jefatura.
  - Errores en validación: todo archivo XML (será descrito en apartado 5.2) pasará una validación en la que se chequeará su correcta construcción según estándar
    - Puntos de medidas inferior a cinco
    - Emplazamiento ER3 con punto sensible pasa a ser considerado ER1
    - Error de referencia catastral.
    - Periodo de validez de medidas en fase 1<sup>33</sup> ha sido superado.
  - Errores detectados en visado:
    - Orientaciones indicadas en campo correspondiente del archivo XML no corresponde con la indicada en planos.
    - Cotas antenas en campo de XML no corresponde con la dibujado en planos.

<sup>33</sup> Medidas en fase 1 gozan de un periodo de validez de 3 meses desde el día que se lleven a cabo.

- Requieren subsanación: las distintas jefaturas emiten requerimientos en fase de legalización los cuales deben subsanarse en un periodo inferior a 9 días desde su recepción y de no ser aceptada se deberá comenzar el proceso de validación, visado y de nuevo presentación en jefatura.
  - Error en medidas: es necesario rehacer XML previo para presentar uno de subsanación que corrija los campos relativos a las medidas. Generalmente es necesario desplazamiento para llevar a cabo nuevas medidas.
    - No se ha tenido la consideración de emplazamiento sensible en circunferencia inferior de radio 100m y viceversa.
    - Sonda con certificado cumplido
    - Medidas simultáneas en dos puntos distintos con la misma sonda.
  - Error administrativo o en planos: se presentará un documento de subsanación con el requerimiento correcto
    - Error en referencia catastral.
    - Cartelería mal indicada en planos

## 5.2 Documentos a entregar

La documentación para entregar en jefatura provincial constará de:

- Archivo pdf firmado digitalmente y visado, expedido por colegio profesional de ingenieros de telecomunicaciones. Se incluye información descriptiva sobre el emplazamiento, dirección, población, datos del ingeniero redactor, referencia catastral, operadores en el site, tabla de volúmenes de referencia compuestos, información gráfica sobre los puntos de medida, índice de reflexiones empleado, planos de situación, planos con orientaciones de cada sector, planos de alzado y planta del emplazamiento con volumen de referencia, certificado de calibración del equipo medidor y declaración responsable del técnico competente.
- Archivo XML firmado digitalmente (XSIG) que contiene toda la información contenida en archivo pdf, salvo la representación gráfica de los planos y reportajes fotográficos además de completar con datos administrativos sobre la operadora, valores de las medidas de campo electromagnético. Este documento estará compuesto por las distintas etiquetas que definen su estructura. Esta información estructurada quedará almacenada en base de datos de la jefatura.



# 6 IMPLEMENTACIÓN

---

Operador 1, Operador2, ingenierías e instalador acuerdan semanalmente una planificación siempre y cuando cada uno de los hitos de diseño, material y bloqueos, tengan el visto bueno de todas las partes implicadas. La descripción de este proceso será omitida.

Los trabajos de implementación, salvo excepciones en los que se priorizan nodos que presentan problemas, se ejecutarán por clúster minimizando el impacto en la capacidad y calidad de la red y facilitando también de este modo la entrada del clúster en Optimización. Ya que éste no recibirá soporte de optimización de manera directa hasta completar la entidad<sup>34</sup> del clúster. Es posible que, en dicho periodo de tiempo, los usuarios finales reporten problemas. Para solventarlo, se obtendrán estadísticas semanales de nodos pertenecientes a clúster con entidad aún por completar.

## 6.1 Implementación diseño radio

La síntesis sobre la planificación de instalación e integración queda recogida en Figura 6-1 y descrita a continuación. Los trabajos son planificados en semana W, para ser ejecutados en siguiente semana, W+1. Por tanto se debe comenzar con la preparación de plantillas radio para ser entregadas al grupo de operaciones y mantenimiento encargados de su integración.

En el presente documento será descrito el trabajo asociado al nodo AND87300. En la práctica, se instalan e integran nodos con una media de 50 por semana. Se trata de un nodo cuya configuración inicial y final, indicada en Tabla 2-1, ya disponía de tecnologías 2G, 3G y 4G optimizadas por lo que se exportarán sendos archivos de configuración (XML) de las actuales controladoras BBU3900 con la información clave, como son los de identificadores de red reutilizados en distancia, necesaria para volverlo a reintegrar. Previo a este ultimo paso se debe llevar a cabo una adaptación a la plantilla estándar de la nueva controladora, BBU5900.

No obstante **en las siguientes secciones será descrito como si de un punto de nueva cobertura (NCR)** se tratase, en los que en la práctica, sí precisan del creado y elección completa de todos sus parámetros.

Todos los datos de celdas y parametrización existente en planta del Operador 1 se han tomado de un exportado de la red móvil. Esta tarea de generación del exportado la lleva a cabo el propio gestor<sup>35</sup> del fabricante de forma interna, automática y periódica.

---

<sup>34</sup> Integración y puesta al aire de todos los nodos del clúster.

<sup>35</sup> Plataforma web que permite trabajar de forma remota sobre todos los elementos de la red de acceso radio

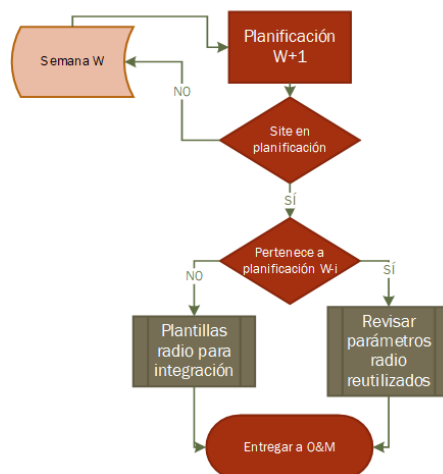


Figura 6-1. Planificación instalaciones e integraciones.

### 6.1.1 Creado celdas

En esta sección se generará los datos y parámetros necesarios para su posterior integración, por lo que serán descritos los parámetros radio fundamentales para su redacción. Pese a que Operador 2 es cliente del Operador 1 en Zona 1, es el primero el encargado de crear y enviar los datos radio de plantillas para que el equipo de O&M<sup>36</sup> del Operador 1 las integre. Esto implica que sólo se vean datos de celdas, vecinas y parametrización del Operador 1.

Todas las plantillas presentadas tendrán formato tabular debido a que el ser humano asimila y trabaja mejor de este modo, pero el gestor las convertirá internamente a un lenguaje de marcado como es xml.

#### 6.1.1.1 GSM900

En tabla 6-1 se facilitan los datos, que serán descritos a continuación, de la BSC dónde se integrará la estación base:

- **BSC Name:** controladora de estación base (AND75B01).
- **BTS Name:** etiqueta de la estación base en BSC AND75B01. Útil para realizar búsquedas y obtener indicadores de rendimiento por estación base.

Tabla 6-1. Datos estación base

Base Station		eGBTS	Logical eGBTS
*Name	*Product Type	*BTS Name	*BSC Name
ANDX87300	BTS5900	ANDX87300	AND75B01

Para el creado de las celdas en la anterior BTS5900 en el gestor, el grupo de Operaciones y Mantenimiento precisan del nombre de celdas, identificadores de red reutilizables, frecuencias y códigos que representan unívocamente a un determinado operador como queda recogido en Tabla 6-2 y que son descritos a continuación de forma breve:

- **MCC:** identificador de tres dígitos decimales que especifica el país dónde se ubica la estación base. 214, es el asignado a España. En Tabla 6-3 se recogen los MCC de algunos de los principales operadores españoles.

<sup>36</sup> Operaciones y mantenimiento.

- **MNC:** código identificador del operador de red. Único por cada operador dentro de las fronteras de cada país. En Tabla 6-3 se recogen los MNC de algunos de los principales operadores españoles.
- **Cell LAC:** código identificador de área. Define el área de pagging o localización cuando una llamada entrante llegue a un determinado móvil. El dimensionado de LAC óptimo es una tarea que evitará la congestión de señalización. Cuando se diseña LAC para una superficie muy extensa y poblada o LAC para una superficie muy pequeña generaría información de actualización. Toma un valor en el rango [0-65535]
- **Cell CI:** identificador de celda en BSC. Debe ser único por LAC. Toma un valor en el rango [0-65535].
- **CGI:** Identificador, unívoco, a nivel mundial de cada celda 2G. Lo conforman 15 dígitos decimales divididos en los siguientes identificadores ya descritos:

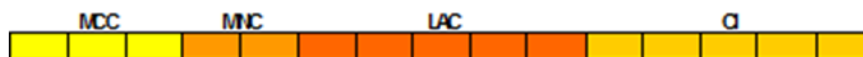


Figura 6-2. Estructura CGI (Cada bloque equivale a 1 dígito decimal).

- **RAC:** Área de enrutamiento dentro de un área de localización (LA) determinada. Su definición es equivalente al LAC, pero referido al tráfico de paquetes. Su longitud será de un octeto, y forma parte del identificador RAI que se describe a continuación.
- **BSIC:** identificador de estación base. Este código es fundamental para identificarla de manera unívoca, en una misma zona, debido a la reutilización de frecuencias de los canales de control, BCCH. BSIC= NCC-BCC. Esta información radia en dicho canal de control.
- **NCC:** identificador que toma un valor en el rango [0-7] que identifica a la red GSM
- **BCC:** identificador que toma un valor en el rango [0-7] que identifica a la estación base, diferenciándola de este modo de aquellas que empleen la misma frecuencia en su canal BCCH.
- **OSP Code:** Mapeado de BSC en BTS. Parámetro de vital importancia, una mala configuración da lugar a errores machine to machine (M2M) entre BTS y BSC provocando la caída radio de todas las llamadas entrantes por HO y la no inicialización de llamadas.
- **Local cell Id:** identificador de celda en BTS. De facto, se acuerda comenzar por 91 para el primer sector. El resto serán asignados incrementándose en una unidad.

Tabla 6-2. Datos radio de celdas G900.

Operation	ADD	ADD	ADD
*BTS Name	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300
*Local Cell ID	91	92	93
User Label	A87300E1	A87300E2	A87300E3
*GSM Cell Name	A87300E1	A87300E2	A87300E3
*Freq. Band	GSM900	GSM900	GSM900
*MCC	214	214	214
*MNC	3	3	3
*Cell LAC	32976	32976	32976
*Cell CI	5816	5817	5818
NCC	2	3	7
BCC	6	0	3
OSP Code	4140	4140	4140
BCCH Type	MBCCH	MBCCH	MBCCH
RAC	0	0	0

Tabla 6–3. MCC-MNC operadores españoles.

España				
<u>MCC</u>	<u>MNC</u>	<u>OPERADOR</u>	<u>ESTADO</u>	<u>TECNOLOGÍA 2G</u>
214	1	Vodafone	Operativa	GSM 900 / GSM 1800 / WCDMA 2100
214	2	Altecom-Fibracat	Operativa	GSM 900 / GSM 1800 / WCDMA 2100 / TD-LTE 2600
214	3	Orange	Operativa	GSM 900 / GSM 1800 / WCDMA 2100
214	4	Yoigo / Xfera	Operativa	GSM 1800 / LTE 1800 / WCDMA 2100

La información para el formado del comando de creado (ADD) para los grupos de TRX, consolidada en Tabla 6-4. Como se puede observar, un único sector puede tener asociado más de un TRX quedando agrupados por trx group id.

En Tabla 6-5 se recoge la información relevante para el creado de 2 trx por sector. Se indica las frecuencias BCCH-TCH (columna Frequency), potencia en cada trx (eGBTS Power), desplazamiento de la frecuencia (Channel MAIO), tipo (Hop Type) e índice de hopping (Channel Hop Index)

La elección del ARFCN para el BCCH de los trx principales, de cada sector, se hará considerando el BCCH de las vecinas del mismo operador. Se evitará la coincidencia de BCC y BSIC con nodos vecinos y en lista colindancias de los nodos vecinos. Las frecuencias de GSM (Tabla 6-6), en España, fueron adjudicadas mediante subasta por el organismo competente.

- **eGBTS Power:** indica una potencia de 10W por trx.
- **Channel Hop Index:** es parámetro de obligado cumplimiento (mandatory) según norma base del Operador 1. 255 para trx principales y 0 para el resto.
- **Channel MAIO:** indica el offset o desplazamiento para el ARFCN<sup>37</sup> del canal de tráfico (TCH) elegido.

Tabla 6–4. Creado de grupos TRX por celda G900

Operation	Operation	*BTS Name	*TRX Group ID	Local Cell ID	User Label
ADD	ADD	ANDX87300	911	91	A87300E1
ADD	ADD	ANDX87300	921	92	A87300E2
ADD	ADD	ANDX87300	931	93	A87300E3

Tabla 6–5. Creado de dos TRX por celda G900

Operation	*GSM Cell Name	Is Main BCCH TRX	Frequency	TRX Group ID	TRX ID	Hop Type	Channel Hop Index	Channel MAIO	eGBTS Power Type(0.1dBm)
ADD	A87300E1	Yes	978	911	1188	NO_FH	255	0	400
ADD	A87300E1	No	0	911	1189	RF_FH	0	0	400
ADD	A87300E2	Yes	991	921	1190	NO_FH	255	0	400
ADD	A87300E2	No	994	921	1191	RF_FH	0	2	400
ADD	A87300E3	Yes	987	931	1192	NO_FH	255	0	400
ADD	A87300E3	No	996	931	1193	RF_FH	0	4	400

<sup>37</sup> Canal GSM que asiga el par frecuencia de subida y de bajada.

A la información recopilada en Tabla 6-7, se le denomina creado de MAGROUP y en ella se añaden a cada uno de los sectores de la BTS, integrada en BSC AND75B01, la lista de frecuencias o ARFCN de hopping (993-1023) además de la secuencia numérica de hopping (HSN) y secuencia de entrenamiento (TSC). Por último, se define el modo de hop como RF\_FH.

- **HSN:** indica 64 tipos de frecuencia de hopping. Si es 0, la frecuencia de hopping va en secuencia. Si pertenece al intervalo [1-63] la frecuencia de hopping pseudo aleatoria.
- **TSC:** Debe ser el mismo que BCC. El delay o retraso de ecualización actúa usando el TSC cuando el móvil o BTS recibe la señal. Previene la interferencia cocanal.

El BCC de forma preceptiva deberá coincidir con el TSC (Training Sequence Code) que es un parámetro de TRX. El TSC es difundido en cada y permite al UE sincronizarse con la estación. Si no coinciden el BCC de la celda con el TSC de todos sus TRXs, la celda no iniciará llamadas. Se debe comprobar antes de la puesta On Air de una estación.

Tabla 6-6. Banda completa GSM Operador 1

ARFCN	Frequency (MHz) DL	Frequency (MHz) UL	TIPO
975	925,2	880,2	BCCH
976	925,4	880,4	BCCH
977	925,6	880,6	BCCH
978	925,8	880,8	BCCH
979	926	881	BCCH
980	926,2	881,2	BCCH
981	926,4	881,4	BCCH
982	926,6	881,6	BCCH
983	926,8	881,8	BCCH
984	927	882	BCCH
985	927,2	882,2	BCCH
986	927,4	882,4	BCCH
987	927,6	882,6	BCCH
988	927,8	882,8	BCCH
989	928	883	BCCH
990	928,2	883,2	BCCH
991	928,4	883,4	BCCH
992	928,6	883,6	BCCH
993	928,8	883,8	TCH
994	929	884	TCH
995	929,2	884,2	TCH
996	929,4	884,4	TCH
1020	934,2	889,2	TCH
1021	934,4	889,4	TCH
1022	934,6	889,6	TCH
1023	934,8	889,8	TCH

Tabla 6–7. Creado MAGROUP celdas G900

Operation	ADD	ADD	ADD
*GSM Cell Name	A87300E1	A87300E2	A87300E3
BSC Name	AND75B01	AND75B01	AND75B01
*Hop Index	0	0	0
HSN	59	59	59
TSC	6	0	3
Hop Mode	RF_FH	RF_FH	RF_FH
Frequency 1	993	993	993
Frequency 2	994	994	994
Frequency 3	995	995	995
Frequency 4	996	996	996
Frequency 5	1020	1020	1020
Frequency 6	1021	1021	1021
Frequency 7	1022	1022	1022
Frequency 8	1023	1023	1023

En Tabla 6-8 se presenta la información para el creado del equipo asociado a cada sector que a su vez relaciona a cada grupo de trx. Esto se lleva a cabo para configurar las tecnologías por cada una de los puertos o PA de la RRU, es decir se asocia a cada TRX Group ID, con uno o más trx, a un único sector equipment.

Tabla 6–8. Creado sector equipmente celdas G900

Operation	*BTS Name	*TRX Group ID	*Sector Equipment ID	Maximum Power(0.1 dBm)	Serve Type
ADD	ANDX87300	911	911	65535	NORMAL
ADD	ANDX87300	921	921	65535	NORMAL
ADD	ANDX87300	931	931	65535	NORMAL

### 6.1.1.2 UMTS900 y UMTS2100

Para el creado de las celdas de U900 y U2100 en RNC indicada en Tabla 2-7 (AND950R01) se precisan nombre de celdas, identificadores de red reutilizables, frecuencias y códigos que representan unívocamente a un determinado operador como queda recogido en Tabla 6-9. A continuación se describe brevemente cada uno de los parámetros de la anterior tabla:

- **Cell ID:** identificador de celda en RNC. Debe ser único por LAC. Toma un valor en el rango [0-65535]. Debe ser le mismo para Service Area Code y Local Cell Id.
- **UARFCN Uplink/Downlink:** UARFCN es usado para simplificar la planificación de canales en UMTS

$$\text{Downlink UARFCN} = 5 * (\text{Downlink Frequency} - \text{FDL}_{\text{Offset}})$$

$$\text{Uplink UARFCN} = 5 * (\text{Uplink Frequency} - \text{FUL}_{\text{Offset}})$$

$$\text{Downlink Frequency} = \text{FDL}_{\text{Offset}} + 0,2 * (\text{Downlink UARFCN})$$

$$\text{Uplink Frequency} = \text{FDL}_{\text{Offset}} + 0,2 * (\text{Uplink UARFCN})$$

- **DL Primary Scrambling Code:** cada portadora emplea una única frecuencia, diferenciándose en su código de scrambling. Éste debe pertenecer al intervalo [0-512].

- **Routing Area Code:** Identifica un área de enrutamiento. Es equivalente a LAC pero asociado al tráfico de paquetes.
- **Service Priority Group Identity:** capa de prioridad de una celda respecto a otras.
- **URA ID:** es el tercer nivel de registro en UMTS. Se emplea para disminuir los costes de localización y pagging.
- **Time Offset:** 0 para Sector 1. Incremento o Chip de 256 para sucesivos sectores.
- **Max Transmit Power of Cell:** potencia máxima de celda. Potencia que llega a los usuarios. 460 (0.1dBm)≈ 40W por portadora.
- **PCPICH Transmit Power:** potencia del canal piloto de señalización común. 360 (0.1dBm)≈ 4W.

Tabla 6–9. Creado celdas U900 y U2100

NodeB Name	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300
Cell ID	31038	24372	31039	24373	31040	24374
Cell Name	A87300F1	A87300B1	A87300F2	A87300B2	A87300F3	A87300B3
Band Indicator	Band8	Band1	Band8	Band1	Band8	Band1
Uplink UARFCN	2734	9738	2734	9738	2734	9738
Downlink UARFCN	2959	10688	2959	10688	2959	10688
DL Primary Scrambling Code	274	274	485	485	18	18
Location Area Code	32976	32976	32976	32976	32976	32976
Service Area Code	31038	24372	31039	24373	31040	24374
Routing Area Code	188	188	188	188	188	188
Service Priority Group Identity	1	1	1	1	1	1
URA ID	7028	7028	7028	7028	7028	7028
Time Offset	CHIP0	CHIP0	CHIP256	CHIP256	CHIP512	CHIP512
Local Cell ID	31038	24372	31039	24373	31040	24374
Max Transmit Power of Cell	460	460	460	460	460	460
PCPICH Transmit Power	360	360	360	360	360	360

### 6.1.1.3 LTE

Para el creado de las celdas de LTE se cumplimentan las plantillas que contienen información relevante como nombre de celdas, identificadores de red reutilizables, frecuencias y códigos que representan unívocamente a un determinado operador como queda recogido de Tabla 6-10 a Tabla 6-13 para cada una de las celdas incluidas en pedido (Tabla 2-1). A continuación, se describe brevemente cada uno de los parámetros incluidas en tablas de creado de celdas:

- **eNodeB Name:** Etiqueta del nodo
- **Cell Name:** Etiqueta de la celda
- **eNodeB ID:** identificador único del nodo LTE.
- **TAC:** área común de nodos LTE para que el CORE no congestione con mensajes de localización o pagging

eNodeB ID-TAC son parámetros clave para el correcto funcionamiento de la movilidad en LTE. Una mala configuración de:

- eNodeB ID provoca el fallo de todos los handover o traspasos entrantes desde las celdas LTE vecinas.

- TAC: provoca una isla de TAC y el incremento del pagging en la red. Además del mal funcionamiento del CS Fallback (retroceso a conmutación de circuitos) hacia 3G.
- **Cell specific offset(dB):** hace referencia al desplazamiento para la celda servidora. dB0 equivale a 0dB. Mandatory por parte del operador.
- **Frequency offset:** hace referencia al desplazamiento de frecuencia de la celda servidora. Relacionada con la dificultad del traspaso entre celda servidora y la vecina que tiene lugar en los procesos de handover. Mandatory por parte del operador.
- **Preamble format:** Consiste en dos partes, prefijo cíclico (CP) y secuencia de preambulo. Mandatory por parte del operador.
- **Cell radius(m):** radio cobertura máximo de la celda servidora. Dicho valor es mandatory por parte del operador.
- **Flag of Multi-RRU Cell:** flag o bandera que permite configurar celdas lógicas independiente como una única. Físicamente se instalan tiradas y hardware independiente pero por ambos sectores radian la misma celda lógica. Éste mecanismo, definido por software, se emplea en sites con una alta movilidad y tráfico a ráfagas para evitar altas caídas radio y handover como es el caso del tren de alta velocidad o túneles sin despliegue interior.
- **CPRI Compression:** compression aplicada al ancho de banda del CPRI. Se aplica cuando varias portadoras u unidades radio se configuran por el mismo. Por tanto depende del ancho de banda permitido por parte del transceiver en UBBP.
- **Cell transmission and reception mode:** diversidad aplicada a la celda. Junto con Work mode completa la información necesaria para la configuración de transmisión y recepción de la celda en RRU.
- **Physical cell ID:** identificador de la celda en capa física, similar al Código de scrambling en UMT o BCCH en GSM. Internamente es empleado para lograr la sincronización de tramas, subtramas, intervalos y símbolos en el dominio del tiempo. Se han elegido PCI libres en TAC siguiendo reglas de “libre collision” en el que dos celdas vecinas no pueden tener el mismo PCI y “Libre confusion” en el que dos eNodeB vecinos, aledaños a un tercero, no pueden tener el mismo PCI.

Tabla 6–10. Creado celdas L2600 en banda nacional

*eNodeB Name	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300
*eNodeB ID	148364	148364	148364
*Local Cell ID	0	1	2
*Cell Name	ANDX87300L1A	ANDX87300L2A	ANDX87300L3A
Uplink cyclic prefix length	NORMAL_CP	NORMAL_CP	NORMAL_CP
Downlink cyclic prefix length	NORMAL_CP	NORMAL_CP	NORMAL_CP
Frequency band	7	7	7
Cell specific offset(dB)	dB0	dB0	dB0
Frequency offset(dB)	dB0	dB0	dB0
Root sequence index	104	120	200
Cell ID	0	1	2
Preamble format	0	0	0
Cell radius(m)	15000	15000	15000
Flag of Multi-RRU Cell	BOOLEAN_FALSE	BOOLEAN_FALSE	BOOLEAN_FALSE
CPRI Compression	NORMAL_COMPRESSION	NORMAL_COMPRESSION	NORMAL_COMPRESSION
CRS Port Number	CRS_PORT_4	CRS_PORT_4	CRS_PORT_4
*Cell transmission and reception mode	4T4R	4T4R	4T4R
Work mode	UL_DL	UL_DL	UL_DL
Physical cell ID	282	283	284



Tabla 6–11. Creado celdas L800 en banda nacional

*eNodeB Name	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300
*eNodeB ID	148364	148364	148364
*Local Cell ID	12	13	14
*Cell Name	ANDX87300M1A	ANDX87300M2A	ANDX87300M3A
Uplink cyclic prefix length	NORMAL_CP	NORMAL_CP	NORMAL_CP
Downlink cyclic prefix length	NORMAL_CP	NORMAL_CP	NORMAL_CP
Frequency band	20	20	20
Cell specific offset(dB)	dB0	dB0	dB0
Frequency offset(dB)	dB0	dB0	dB0
Root sequence index	213	221	229
Cell ID	20	21	22
Preamble format	2	2	2
Cell radius(m)	29000	29000	29000
Flag of Multi-RRU Cell	BOOLEAN_FALSE	BOOLEAN_FALSE	BOOLEAN_FALSE
CPRI Compression	NO_COMPRESSION	NO_COMPRESSION	NO_COMPRESSION
CRS Port Number	CRS_PORT_4	CRS_PORT_4	CRS_PORT_4
*Cell transmission and reception mode	2T2R	2T2R	2T2R
Work mode	UL_DL	UL_DL	UL_DL
Physical cell ID	347	348	349

Tabla 6–12. Creado celdas L1800

*eNodeB Name	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300
*eNodeB ID	148364	148364	148364
*Local Cell ID	6	7	8
*Cell Name	ANDX87300N1A	ANDX87300N2A	ANDX87300N3A
Uplink cyclic prefix length	NORMAL_CP	NORMAL_CP	NORMAL_CP
Downlink cyclic prefix length	NORMAL_CP	NORMAL_CP	NORMAL_CP
Frequency band	3	3	3
Cell specific offset(dB)	dB0	dB0	dB0
Frequency offset(dB)	dB0	dB0	dB0
Root sequence index	48	42	414
Cell ID	10	11	12
Preamble format	2	2	2
Cell radius(m)	29000	29000	29000
Flag of Multi-RRU Cell	BOOLEAN_FALSE	BOOLEAN_FALSE	BOOLEAN_FALSE
CPRI Compression	NO_COMPRESSION	NO_COMPRESSION	NO_COMPRESSION
CRS Port Number	CRS_PORT_4	CRS_PORT_4	CRS_PORT_4
*Cell transmission and reception mode	4T4R	4T4R	4T4R
Work mode	UL_DL	UL_DL	UL_DL
Physical cell ID	77	76	77

Tabla 6-13. Creado celdas L2100

*eNodeB Name	ANDX87300	ANDX87300	ANDX87300
*eNodeB ID	148364	148364	148364
*Local Cell ID	18	19	20
*Cell Name	ANDX7028T1A	ANDX7028T2A	ANDX7028T3A
Uplink cyclic prefix length	NORMAL_CP	NORMAL_CP	NORMAL_CP
Downlink cyclic prefix length	NORMAL_CP	NORMAL_CP	NORMAL_CP
Frequency band	1	1	1
Cell specific offset(dB)	dB0	dB0	dB0
Frequency offset(dB)	dB0	dB0	dB0
Root sequence index	302	310	318
Cell ID	30	31	32
Preamble format	0	0	0
Cell radius(m)	10000	10000	10000
Flag of Multi-RRU Cell	BOOLEAN_FALSE	BOOLEAN_FALSE	BOOLEAN_FALSE
CPRI Compression	NORMAL_COMPRESSION	NORMAL_COMPRESSION	NORMAL_COMPRESSION
CRS Port Number	CRS_PORT_4	CRS_PORT_2	CRS_PORT_2
*Cell transmission and reception mode	4T4R	4T4R	4T4R
Work mode	UL_DL	UL_DL	UL_DL
Physical cell ID	331	332	333

Las relación entre las distintas bandas de frecuencias, indicador de banda y ARFCN para los principales operadores españoles quedan resumidos en Figura 6-3:





	3G		4G	
	Band indicator	UARFCN	Band indicator	ARFCN
	U2100F1 (B1)	10788	1800 (B3)	1301
	U2100F2 (B1)	10813	1800 (B3)	1321
	U2100F3 (B1)	10838	1800 (B3)	1347
	U900 (B8)	3011	2600 (B7)	2850
	U900 (B8)	3031	800 (B20)	6375
	U900 (B8)	3032	800 (B20)	6400
			1800 (B3)	1480
	U2100F1 (B1)	10713	1800 (B3)	1501
	U2100F2 (B1)	10738	2600 (B7)	3250
	U2100F3 (B1)	10763	900 (B8)	3724
	U900 (B8)	3062	800 (B20)	6300
	U900 (B8)	3087	2100 (B1)	401/426
	U2100F1 (B1)	10663	1800 (B3)	1874
	U2100F2 (B1)	10688	1800 (B3)	1899
	U2100F3 (B1)	10638	1800 (B3)	1849
			2100 (B1)	201/226
	U900 (B8)	2959	2600 (B7)	3050/3400 (reg)
			800 (B20)	6200
	U2100F1 (B1)	10563	1800 (B3)	1691
	U2100F2 (B1)	10588	1800 (B3)	1675
	1800 (B3)	1650	2100 (B1)	126

Figura 6-3. Banda, UARFCN Y ARFCN operadores españoles.

### 6.1.2 Creado Inners y Areas

La función de una inner en 2G y área en 3G, principalmente consiste en el creado de las celdas de 2G y 3G de

la BSC en MSC<sup>38</sup> y la RNC en MSS, respectivamente, para que se añada un puntero en la base de datos de MSC y MSS, para poder:

- Ejecutar sobre la BTS (2G) o NodoB (3G) todas las acciones de control pertinentes.
- Establecer handover o traspaso entre dos celdas acampados en misma MSC.
- Examinar llamadas entrante proveniente de otra MSC hacia BTS o NodoB.

Para las celdas de GSM, se requiere la información mostrada en Tabla 6-1 para el creado del puntero o Inner. Esta está compuesta principalmente del par, CGI (celda)-BSC, además del código EA que será empleado para la creación del código LOCNO (Tabla 6-15). De este modo la MSC conoce con qué BSC debe comunicarse cuando solicita la reserva de un canal de tráfico TCH

Tabla 6–14. Conjunto de MSC en la que se define la BSC AND75B01

MSC	cell	lac	cellId	BSC	EA
AND08Q1	A87300E1	32976	5816	AND75B01	14

El commando<sup>39</sup> de creado de inner tiene el formato de Figura 6-4:

```
@connect("AND08Q1")
MGCEE: cell=A87300E1;
MGCEI: cell=A87300E, cgi=214-03-32976-5816,bsc=AND75B01;
MGCEC: cell=A87300E, ea=14;
MGLNI: locno=4-346561490005816;
MGLCI: cell=A87300E, locno=4-346561490005816;
```

Figura 6-4. Comando de carga del sector 1 de GSM900 en MSC AND80Q1.

Será en las MSC, concretamente en su lista de inners, en la que se introduzca el LOCNO<sup>40</sup> para un correcto funcionamiento de la red inteligente. Es muy importante una correcta configuración de este, ya que servicios como Emergencias 112, Ambulancias 061, Policía Nacional 091, Policía Local 092 y bomberos 080 dependen de él para su correcto enrutamiento.

Tabla 6–15. Estructura LOCNO A87300E1

CTE	EA COREESPONDIENTE	CTE	INTRODUCIR CEROS COMO DIFERENCIA DE:	CELL ID DEL SECTOR	LOCNO
4-34656	14	900	5 - Nº DIGITOS DE CELL ID DEL SECTOR= INTRODUCE 1 CERO "0"	5816	4- 346561490005816

Para celdas de 3G, se requiere la información mostrada en Tabla 6-16 para el creado de un área que consiste en el creado de celdas de 3G, de la RNC, en MSS. Un área está compuesta por el par SAI<sup>41</sup> de celda-BSC. De este modo la MSS conoce qué RNC debe enrutar.

<sup>38</sup> Centro de conmutación móvil

<sup>39</sup> Línea de comando para MSC Ericsson

<sup>40</sup> Location number o número de ubicación. Empleado por GSM y UMTS en su red inteligente para la localización del UE dentro de una zona geográfica,

<sup>41</sup> SAI: MCC+MNC+LAC+Cell Id. Es equivalente al CGI de 2G.

Tabla 6-16. Areas en MSS

MSS	area	lac	cellId	EA
AND08Q1	A87300B1	32976	24372	14

```
@connect("AND08Q1")
MGAAE: area=A87300B1;
MGAAI: area=A87300B, sai=214-03-32976-24372;
MGAAE: area=A87300B, ea=14;
MGLNI: locno=4-346561493024372;
MGLCI: area=A87300B, locno=4-346561493024372;
```

Figura 6-5. Comando de carga del sector 1 de UMTS900 en MSS AND80Q1.

### 6.1.3 Colindancias

En esta sección se abordará el creado de las relaciones de vecindad que deben ser cargadas en el gestor para el correcto funcionamiento de la movilidad entre las distintas tecnologías del mismo site (intra site) y su entorno (inter site), sintetizadas en Figura6-6. También queda representado las distintas generaciones de tencologías móviles (2G, 3G y 4G) en forma de estratos o capas en las que se encuentra el nodo origen<sup>42</sup>, siempre de naranja en Figura 6-6 e identificado con letra A y su entorno designado por letras B, C y D. En cada sección se detallará la información necesaria del origen de dicha relación, datos para su creado y línea de comando del gestor para su carga.

<sup>42</sup> Nodo sobre el que se está operando para su instalación e integración

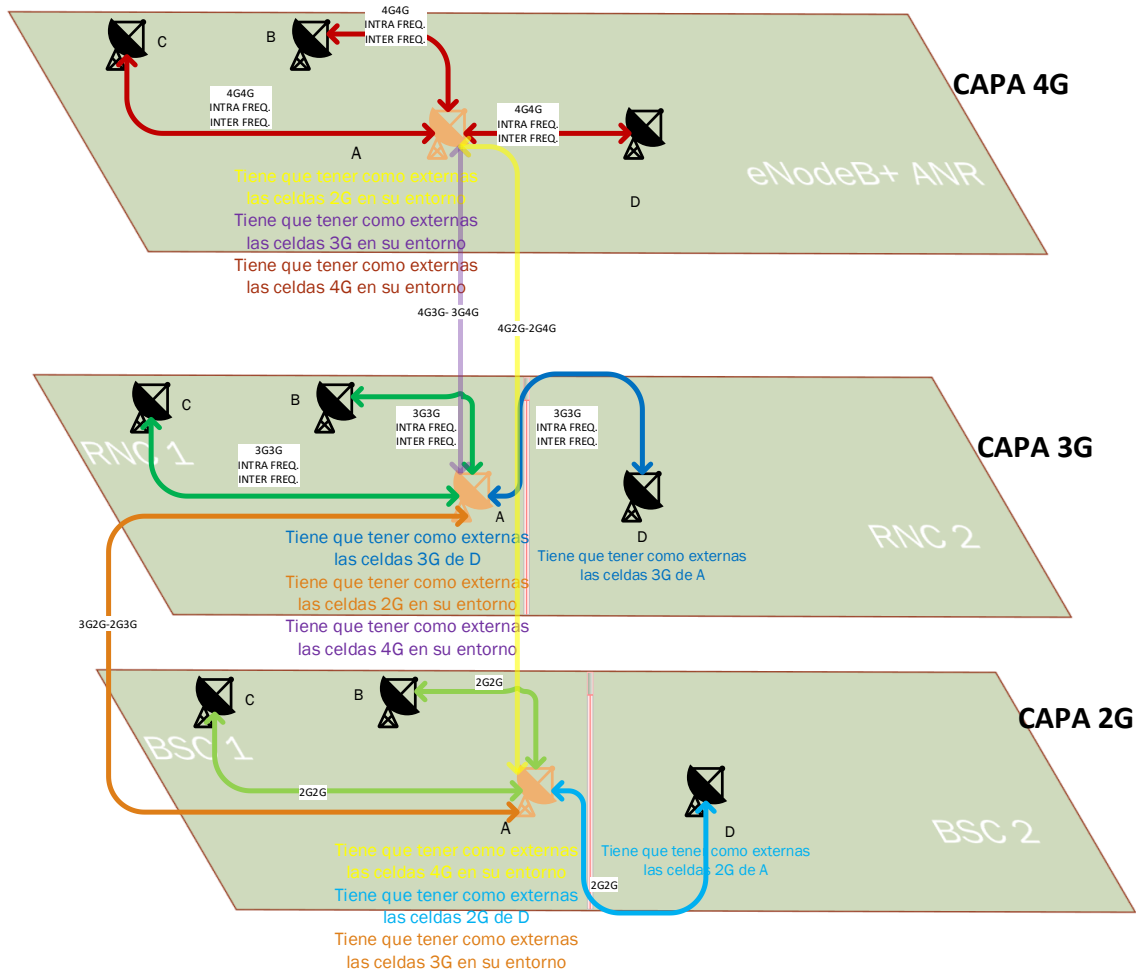


Figura 6-6. Colindancias y movilidad.

### 6.1.3.1 2G 2G

En Tabla 6-17 se listan una muestra de las relaciones de vecindad entre las celdas GSM900 del nodo (G2GNECELL). Los datos mostrados (Tabla 6-17) consisten en etiquetas de celdas origen y vecinas, BSC a la que pertenece la celda vecina y por último si es necesario la creación de la celda externa auxiliar.

Las 4 primeras filas de Tabla 6-17 (color celeste), se corresponden con la relación de celdas 2G intra site, las cuales siempre serán salientes debido a que se tratan del mismo site. El resto de filas se corresponden con la relación de celdas 2G inter site, salientes (de nodo origen a vecino) y entrantes (de nodo vecino a origen).

Pese a no ser mostrada la tabla completa, no será necesario crear externas 2G (GEXT2GCELL) en BSC vecina para crear las relaciones de vecindad de AND87300 debido a que los datos obtenidos de las celdas del entorno pertenecen a la misma BSC, es decir, se daría el caso de Figura 6-6 en CAPA 2G en el que todo su entorno son como los nodos B y C que pertenecen a BSC1. Por tanto, existirán relaciones 2G 2G intra site e inter site, estas últimas representadas de color verde en estrato 2G de Figura 6-6.

En caso de ser requerido, la aplicación detectaría y marcaría en Tabla 6-17 en columna EXTERNA con “SI”, dando lugar a relaciones inter site como la representadas de celeste en Figura 6-6 en estrato 2G. Para evitar errores del gestor en momento de carga, se debe proceder como se indica en Figura 6-6 y supuesto que nodo AND87300 se trata del nodo origen A:

1. La BSC 1 a la que pertenece el nodo A debe de tener en su lista de celdas externas (GEXT2GCELL) las celdas 2G del nodo D y de viceversa en BSC 2 con las celdas 2G del nodo A.
2. Una vez creadas las externas, si es posible crear toda relación de vecindad.

Tabla 6–17. Relación de colindancias 2G 2G salientes y entrantes

SRC/NBR	BSC NBR	NBR/SRC	EXTERNA
A87300E1	AND75B01	A87300E2	NO
A87300E1	AND75B01	A87300E3	NO
A87300E2	AND75B01	A87300E1	NO
A87300E2	AND75B01	A87300E3	NO
A87300E1	AND75B01	A7016E2	NO
A87300E1	AND75B01	A7016E3	NO
A87300E1	AND75B01	A7017E1	NO
A87300E1	AND75B01	A7017E2	NO
A87300E1	AND75B01	A7027E1	NO

Por ultimo se muestran la líneas de comandos que permiten la carga de la información mostrada en Tabla 6-17

- Saliente intra site:

```
ADD G2GNCCELL:IDTYPE=BYNAME,SRC2GNCCELLNAME="A87300E1",NBR2GNCCELLNAME="A87300E2",NCELLTYPE=HANDOVERNCELL,SRCHOCTRLSWITCH=HOALGORITHM1,LEVSTAT=6,LEVSTAT=4; {AND75B01}
ADD G2GNCCELL:IDTYPE=BYNAME,SRC2GNCCELLNAME="A87300E1",NBR2GNCCELLNAME="A87300E3",NCELLTYPE=HANDOVERNCELL,SRCHOCTRLSWITCH=HOALGORITHM1,LEVSTAT=6,LEVSTAT=4; {AND75B01}
```

Figura 6-7. Comando de creado de vecinas A87300E1 con A87300E2 y A87300E3 (saliente intra site).

- Saliente inter site y entrante inter site:

```
//Saliente
ADD G2GNCCELL:IDTYPE=BYNAME,SRC2GNCCELLNAME="A87300E1",NBR2GNCCELLNAME="A7016E2",NCELLTYPE=HANDOVERNCELL,SRCHOCTRLSWITCH=HOALGORITHM1,LEVSTAT=6,LEVSTAT=4; {AND75B01}

//Entrante
ADD G2GNCCELL:IDTYPE=BYNAME,SRC2GNCCELLNAME="A7016E2",NBR2GNCCELLNAME="A87300E1",NCELLTYPE=HANDOVERNCELL,SRCHOCTRLSWITCH=HOALGORITHM1,LEVSTAT=6,LEVSTAT=4; {AND75B01}
```

Figura 6-8. Comando de creado A87300E1 hacia A7016E2 y vicversa.

### 6.1.3.2 2G 3G

En Tabla 6-19 se listan una muestra de las relaciones de vecindad entre las celdas GSM900 y celdas UMTS 900 y UMTS2100 (G3GNECELL) cargadas en BSC del nodo origen. Los datos mostrados (Tabla 6-19) consisten en el par celda-BSC origen contra celda-RNC vecinas, más la necesidad celda auxiliar externa. Las relaciones G3GNECELL siempre serán salientes, es decir, desde la BSC del nodo origen a la RNC del nodo destino.

Las 4 primeras filas de Tabla 6-19 (color celeste), se corresponden con la relación de celdas 2G hacia 3G intra site. El resto de filas se corresponden con la relación de celdas 2G del nodo origen hacia 3G del entorno, si de nuevo tomamos como referencia la Figura 6-6, esta relación queda representada por flecha naranja cuya sentido u orientación es entre estrato 2G y estrato 3G, en este orden.

También será necesario crear la relación entre las celdas GSM del entorno y las nuevas celdas de UMTS que se están integrando en AND87300, es decir, tomando de nuevo como base la Figura 6-6 se estaría relacionando las celdas GSM de los nodos B y C en estrato 2G hacia las nuevas celdas UMTS en estrato 3G e integradas en nodo origen (AND87300). Por simplificar se ha elegido A7016E1 (Tabla 6-20), del entorno, hacia el UMTS del nodo origen (AND87300). Quedaría pendiente, relacionar la totalidad de celdas GSM del entorno de AND87300 con las nuevas celdas UMTS de AND87300.

Como se indica en Figura 6-6, de color naranja en estrato 2G, el nodo origen debe tener la lista de celdas

UMTS (GEXT3GCELL) del entorno definidas como externas en BSC (Tabla 6-18). Esto es debido a que toda celda que no pertenezca a la BSC del nodo origen tiene que ser definida primero como externa para luego poder crear, en BSC, la relación de vecindad entre celdas. Para terminar de contemplar la casuística, toda nueva celda de UMTS del entorno, independiente de si existe GSM en nodo origen (AND87300), debe ser creada como externa para hacer posible la relación entre GSM de su alrededor con el nuevo UMTS.

Tabla 6–18. Externas 3G en BSC

BSC A CARGAR	EXT3GCELLID	EXT3GCELLNAME	LAC	CI	RNCID	DLUARFCN	PSC	RAC
AND75B01	6787	A87300F1	32976	31038	2751	2959	274	188
AND75B01	6750	A87300B1	32976	24372	2751	10688	274	188
AND75B01	6788	A87300F2	32976	31039	2751	2959	485	188
AND75B01	6751	A87300B2	32976	24373	2751	10688	485	188
AND75B01	6789	A87300F3	32976	31040	2751	2959	18	188
AND75B01	6752	A87300B3	32976	24374	2751	10688	18	188

Tabla 6–19. Relación de vecindad 2G (BSC) hacia 3G (RNC)

SOURCE		NBR	
CELLNAME	BSC SRC	CELLNAME	RNC NBR
A87300E1	AND75B01	A87300F1	AND75R01
A87300E1	AND75B01	A87300B1	AND75R01
A87300E1	AND75B01	A87300F2	AND75R01
A87300E1	AND75B01	A87300B2	AND75R01
A87300E1	AND75B01	A7016F1	AND75R01
A87300E1	AND75B01	A7017F1	AND75R01
A87300E1	AND75B01	A7017F3	AND75R01

Tabla 6–20. Relación de vecindad 2G del entorno (BSC) hacia 3G en AND87300 (RNC)

SOURCE		NBR	
CELLNAME	BSC SRC	CELLNAME	RNC NBR
A7016E1	AND75B01	A87300F1	AND75R01
A7016E1	AND75B01	A87300B1	AND75R01
A7016E1	AND75B01	A87300F2	AND75R01
A7016E1	AND75B01	A87300B2	AND75R01
A7016E1	AND75B01	A87300F3	AND75R01
A7016E1	AND75B01	A87300B3	AND75R01
A7016E2	AND75B01	A87300F1	AND75R01
A7016E2	AND75B01	A87300B1	AND75R01
A7016E2	AND75B01	A87300F2	AND75R01
A7016E2	AND75B01	A87300B2	AND75R01
A7016E2	AND75B01	A87300F3	AND75R01
A7016E2	AND75B01	A87300B3	AND75R01

Por ultimo se muestran ejemplos de las líneas de comandos (Figura 6-9) que permiten la carga en BSC de la información mostrada en Tabla 6-19 y Tabla 6-20:

```
//2G COSITE -> 3G COSITE
ADD G3GNCELL:IDTYPE=BYNAME, SRC3GNCELLNAME="A87300E1", NBR3GNCELLNAME="A87300F1", RSCPOFF=0, ECNOOFF=0, HOSTAT3G=4, HODURT3G=4; {AND75B01}

//2G COSITE -> 3G ENTORNO
ADD G3GNCELL:IDTYPE=BYNAME, SRC3GNCELLNAME="A87300E1", NBR3GNCELLNAME="A7016F1", RSCPOFF=0, ECNOOFF=0, HOSTAT3G=4, HODURT3G=4; {AND75B01}

//2G ENTORNO -> 3G COSITE
ADD G3GNCELL:IDTYPE=BYNAME, SRC3GNCELLNAME="A7016E1", NBR3GNCELLNAME="A87300F1", RSCPOFF=0, ECNOOFF=0, HOSTAT3G=4, HODURT3G=4; {AND75B01}
```

Figura 6-9. Comandos de carga de vecindad en BSC de GSM hacia UMTS.

### 6.1.3.3 3G 2G

En Tabla 6-22 se listan una muestra de las relaciones de vecindad entre las celdas UMTS y celdas GSM (U2GNCELL) cargadas en RNC del nodo origen. Los datos mostrados (Tabla 6-22) consisten en el par celda-RNC origen contra celda-BSC vecinas, además de campo sí-no que indica si es cosector<sup>43</sup> y tecnología UMTS origen.

Las 6 primeras filas de Tabla 6-22 (color celeste), corresponden con la relación de celdas UMTS hacia GSM intra site. El resto de filas se corresponden con la relación de celdas UMTS del nodo origen hacia GSM del entorno, si de nuevo tomamos como referencia la Figura 6-6, esta relación queda representada por flecha naranja cuya sentido u orientación es entre estrato 3G y estrato 2G, en este orden.

También será necesario crear la relación entre las celdas UMTS del entorno y las nuevas celdas de GSM que se están integrando en AND87300 (nodo origen), es decir, tomando de nuevo como base la Figura 6-6 se estaría relacionando las celdas UMTS de los nodos B y C en estrato 3G hacia las nuevas celdas GSM en estrato 2G e integradas en nodo origen (AND87300). Por simplificar se han elegido las celdas UMTS de AND7016 (Tabla 6-23), del entorno, hacia el sector 1 de GSM del nodo origen (AND87300). Quedaría pendiente, relacionar la totalidad de celdas UMTS del entorno de AND87300 con las nuevas celdas GSM de AND87300.

Como se indica en Figura 6-6, de color naranja en estrato 3G, el nodo origen (AND87300) debe tener la lista de celdas GSM (UEXT2GCELL) del entorno definidas como externas en RNC (Tabla 6-21). Esto es debido a que toda celda que no pertenezca a la RNC del nodo origen (AND87300) tiene que ser definida primero como externa para luego poder crear, en RNC, la relación de vecindad entre celdas. Para terminar de contemplar la casuística, toda nueva celda de GSM del entorno, independiente de si existe UMTS en nodo origen (AND87300), debe ser creada como externa para hacer posible la relación entre UMTS de su primera corona<sup>44</sup> con el nuevo GSM de AND87300.

Tabla 6-21. Externas 2G en RNC

RNC	GSMCELLINDEX	CELLNAME	LAC	CID	BCC	NCC	BCCH
AND75R01	1948	A87300E1	32976	5816	6	2	978
AND75R01	1949	A87300E2	32976	5817	0	3	991
AND75R01	1950	A87300E3	32976	5818	3	7	987

<sup>43</sup> Tecnologías radiando en el mismo sector.

<sup>44</sup> Nodos que se encuentran en el perímetro de la circunferencia desde el nodo origen y el entorno.



Tabla 6-22. Externas 2G en RNC

RNC SRC	RNCID	CID	CELLNAME	BSC NBR	GSMCELLINDEX	CELLNAME	Cosector	Tecnología origen
AND75R01	2751	31038	A87300F1	AND75B01	1948	A87300E1	Sí	U900
AND75R01	2751	24372	A87300B1	AND75B01	1948	A87300E1	Sí	U2100
AND75R01	2751	31039	A87300F2	AND75B01	1948	A87300E1	No	U900
AND75R01	2751	24373	A87300B2	AND75B01	1948	A87300E1	No	U2100
AND75R01	2751	31040	A87300F3	AND75B01	1948	A87300E1	No	U900
AND75R01	2751	24374	A87300B3	AND75B01	1948	A87300E1	No	U2100
AND75R01	2751	31038	A87300F1	AND75B01	1934	A7016E2	No	U900
AND75R01	2751	31038	A87300F1	AND75B01	1935	A7016E3	No	U900
AND75R01	2751	31038	A87300F1	AND75B01	1936	A7017E1	No	U900
AND75R01	2751	31038	A87300F1	AND75B01	1937	A7017E2	No	U900
AND75R01	2751	24372	A87300B1	AND75B01	1934	A7016E2	No	U2100
AND75R01	2751	31039	A87300F2	AND75B01	1934	A7016E2	No	U900
AND75R01	2751	24373	A87300B2	AND75B01	1934	A7016E2	No	U2100

Tabla 6-23. Relación de vecindad 3G (RNC) hacia 2G (BSC)

RNC SRC	RNCID	CID	CELLNAME	BSC NBR	GSMCELLINDEX	CELLNAME	Cosector	Tecnología origen
AND75R01	2751	30781	A7016F1	AND75B01	1933	A87300E1	Sí	U900
AND75R01	2751	30782	A7016F2	AND75B01	1934	A87300E1	Sí	U900
AND75R01	2751	30783	A7016F3	AND75B01	1935	A87300E1	Sí	U900
AND75R01	2751	30784	A7017F1	AND75B01	1936	A87300E1	Sí	U900
AND75R01	2751	30785	A7017F2	AND75B01	1937	A87300E1	Sí	U900

Por ultimo se muestran ejemplos de las líneas de comandos (Figura 6-9) que permiten la carga en RNC de la información mostrada en Tabla 6-22 y Tabla 6-23:

```
//3G COSITE -> 2G COSITE
ADD U2GNCELL:RNCID=2751,CELLID=31038,GSMCELLINDEX=1948,BLINDHOFLAG=TRUE,BLINDHOPRIO=1,NPRIIOFLAG=FALSE;

//3G COSITE -> 2G ENTORNO
ADD U2GNCELL:RNCID=2751,CELLID=24374,GSMCELLINDEX=1938,BLINDHOFLAG=FALSE,NPRIIOFLAG=FALSE;

//3G ENTORNO -> 2G COSITE
ADD U2GNCELL:RNCID=2751,CELLID=30781,GSMCELLINDEX=1948,BLINDHOFLAG=FALSE,NPRIIOFLAG=FALSE;
```

Figura 6-10. Comandos de carga de vecindad en BSC de GSM hacia UMTS.

#### 6.1.3.4 2G 4G

En Tabla 6-23 se listan una muestra de las realciones de vecindad entre las celdas GSM y celdas LTE (GLTENCELL) cargadas en BSC del nodo origen. Los datos mostrados (Tabla 6-23) consisten en el par celda origen contra celda vecina.

Las filas de Tabla 6-23, corresponden con la ralación de celdas GSM hacia LTE intra site. Por mandato del Operador 1, la relación de celdas GSM del nodo origen hacia LTE del entorno no deben ser creadas. Esta relación queda representada en Figura 6-6 mediante fleca de color amarillo, cuyo sentido u orientación es desde estrato 2G hacia 4G.

Tampoco será necesario crear la relación entre las celdas GSM del entorno y las nuevas celdas de LTE que se están integrando en AND87300 (nodo origen), de nuevo por mandato del operador 1.

Como se indica en Figura 6-6, de color amarillo en estrato 2G, el nodo origen (AND87300) debe tener la lista de celdas LTE (GEXTLTECELL) intra site en BSC (Tabla 6-23). Esto es debido a que toda celda que no pertenezca a la BSC del nodo origen (AND87300) tiene que ser definida primero como externa para luego poder crear, en BSC, la relación de vecindad entre celdas. Al contrario de lo que ocurre entre GSM y UMTS y de nuevo mediante mandato del Operador 1, si no existen celdas GSM en nodo origen (AND87300) no es necesario crear, en BSC, las relaciones de vecindad entre las celdas de GSM del entorno con nuevo LTE del nodo origen (AND87300).

Por ultimo se muestran ejemplos de las líneas de comandos en Figura 6-11 y Figura 6-12 que permiten la carga en BSC de la información mostrada en Tabla 6-24 y Tabla 6-25, respectivamente.

Tabla 6-24. Muestra de externas LTE en BSC

GEXTLTECELL	MCC	MNC	CI	TAC	FREQ	PCI
ANDX87300L2A	214	3	37981185	36096	3050	283
ANDX87300L1A	214	3	37981184	36096	3050	282
ANDX87300L3A	214	3	37981186	36096	3050	284
ANDX87300M1A	214	3	37981204	36096	6200	347
ANDX87300M2A	214	3	37981205	36096	6200	348
ANDX87300M3A	214	3	37981206	36096	6200	349
ANDX87300N1A	214	3	37981194	36096	1849	75
ANDX87300N2A	214	3	37981195	36096	1849	76
ANDX87300N3A	214	3	37981196	36096	1849	77
ANDX87300T1A	214	3	37981214	36096	201	331
ANDX87300T2A	214	3	37981215	36096	201	332
ANDX87300T3A	214	3	37981216	36096	201	333

```
ADD GEXTLTECELL:EXTLTECELLNAME="ANDX87300L1A",MCC="214",MNC="03",ENODEBTYPE=MACRO,CI=37981184,TAC=36096,FREQ=3050,PCID=282,EUTRANTYPE=FDD; {AND75B01}
```

Figura 6-11. Comandos de carga de externas LTE intra site en BSC.

```
//2G->4G COSECTOR
ADD GLTENCELL:IDTYPE=BYNAME,SRCLTENCELLNAME="A7028E1",NBRLTENCELLNAME="ANDX87300L1A",SPTRESEL=SUPPORT,SPTRAPIDSEL=SUPPORT; {AND75B01}

//2G->4G COSITE
ADD GLTENCELL:IDTYPE=BYNAME,SRCLTENCELLNAME="A7028E1",NBRLTENCELLNAME="ANDX87300L2A",SPTRESEL=SUPPORT; {AND75B01}
```

Figura 6-12. Comandos de carga de vecindad en BSC de GSM hacia LTE intra site.

Tabla 6–25. Relación vecindad GSM (AND87300) hacia LTE (AND87300)

SRCLTENCELLNAME	NBRLTENCELLNAME
A87300E1	ANDX87300L1A
A87300E1	ANDX87300L2A
A87300E1	ANDX87300L3A
A87300E1	ANDX87300M1A
A87300E1	ANDX87300M2A
A87300E1	ANDX87300M3A
A87300E1	ANDX87300N1A
A87300E1	ANDX87300N2A
A87300E1	ANDX87300N3A
A87300E1	ANDX87300T1A
A87300E1	ANDX87300T2A
A87300E1	ANDX87300T3A
A87300E2	ANDX87300L1A
A87300E3	ANDX87300L1A

### 6.1.3.5 3G 3G

En Tabla 6-26 y Tabla 6-27 se listan una muestra de las relaciones de vecindad entre las celdas UMTS del nodo intra frecuencia<sup>45</sup>(UINTRA FREQNCELL) e inter frecuencia<sup>46</sup>( UINTER FREQNCELL), respectivamente. Los datos mostrados en Tabla 6-26 y Tabla 6-27 consisten en el par celda-RNC origen y celda-RNC vecinas y por último si es necesario la creación de la celda externa auxiliar.

Las filas de Tabla 6-26 son una muestra de la relación de celdas UMTS intra site e inter site saliente y entrante. Se ha empleado la misma tabla para la creación de ambos comandos (saliente y entrante) con solo permutar el origen con el destino.

Pese a no ser mostrada la tabla completa, no será necesario crear externas UMTS (UEXT3GCELL) en RNC vecina para crear las relaciones de vecindad de AND87300 (nodo origen) debido a que los datos obtenidos de las celdas del entorno pertenecen a la misma RNC, es decir, se daría el caso de Figura 6-6 en estrato 3G en el que todo su entorno son como los nodos B y C, que pertenecen a RNC1. Por tanto, no existirán relaciones 3G 3G intra site (intra-inter frecuencia) e inter site (intra-inter frecuencia), estas últimas representadas mediante flecha de color verde en estrato 3G de Figura 6-6.

En caso de ser requerido, la aplicación detectaría y marcaría en Tabla 6-26 y Tabla 6-27 en columna EXTERNA con “SI”, dando lugar a relaciones inter site como la representadas con flecha azul en Figura 6-6. Para evitar errores del gestor en momento de carga, se debe proceder como se indica en Figura 6-6 y supuesto que nodo AND87300 se trata del nodo origen A:

1. La RNC 1 a la que pertenece el nodo A debe de tener en su lista de celdas externas (UEXT3GCELL) las celdas UMTS del nodo D y de viceversa en BSC 2 con las celdas UMTS del nodo A.
2. Una vez creadas las externas, si es posible crear toda relación de vecindad.

Por último en Figura 6-13 y Figura 6-14, se muestran la líneas de comandos que permiten la carga de la información mostrada en Tabla 6-26 y Tabla 6-27, respectivamente.

<sup>45</sup> Solo se consideran celdas UMTS de la misma frecuencia para construir las relaciones de vecindad.

<sup>46</sup> Solo se consideran celdas UMTS de distinta frecuencia para construir las relaciones de vecindad.

Tabla 6-26. Relación de vecindad UMTS intra frecuencia inter-intra site

RNC SRC	RNCID SRC	CELLID SRC	CELLNAME	RNC NBR	RNCID NBR	CELLID NBR	CELLNAME	EXTERNA
AND75R01	2751	31038	A87300F1	AND75R01	2751	30781	A7016F1	NO EXTERNA
AND75R01	2751	31038	A87300F1	AND75R01	2751	30782	A7016F2	NO EXTERNA
AND75R01	2751	24372	A87300B1	AND75R01	2751	24327	A7016B1	NO EXTERNA
AND75R01	2751	24372	A87300B1	AND75R01	2751	24328	A7016B2	NO EXTERNA
AND75R01	2751	31039	A87300F2	AND75R01	2751	30781	A7016F1	NO EXTERNA
AND75R01	2751	31039	A87300F2	AND75R01	2751	30782	A7016F2	NO EXTERNA
AND75R01	2751	24373	A87300B2	AND75R01	2751	24327	A7016B1	NO EXTERNA
AND75R01	2751	24373	A87300B2	AND75R01	2751	24328	A7016B2	NO EXTERNA
AND75R01	2751	31040	A87300F3	AND75R01	2751	30781	A7016F1	NO EXTERNA
AND75R01	2751	31040	A87300F3	AND75R01	2751	30782	A7016F2	NO EXTERNA
AND75R01	2751	24374	A87300B3	AND75R01	2751	24327	A7016B1	NO EXTERNA
AND75R01	2751	24374	A87300B3	AND75R01	2751	24328	A7016B2	NO EXTERNA

```
//SALIENTE: A87300F1->A7016F1
ADD UINTRAFFREQCELL:RNCID=2751,CELLID=31038,NCELLRNCID=2751,NCELLID=30781,SIB11IND=TRUE,SIB12IND=FALSE,TPENALTYHCSRESELECT=D0,NPRIOFLAG=FALSE;

//ENTRANTE: A7016F1->A87300F1
ADD UINTRAFFREQCELL:RNCID=2751,CELLID=30781,NCELLRNCID=2751,NCELLID=31038,SIB11IND=TRUE,SIB12IND=FALSE,TPENALTYHCSRESELECT=D0,NPRIOFLAG=FALSE;
```

Figura 6-13. Comandos de carga de vecinas UMTS en RNC inter/intra site entrante y saliente.

```
//SALIENTE: A87300F1->A7016B1
ADD UINTERFREQCELL:RNCID=2751,CELLID=31038,NCELLRNCID=2751,NCELLID=24327,SIB11IND=TRUE,SIB12IND=FALSE,TPENALTYHCSRESELECT=D0,BLINDHOFLAG=FALSE,
NPRIOFLAG=FALSE,INTERCELLQUALREQFLAG=FALSE,CLBFLAG=FALSE;

//ENTRANTE: A7016B1->A87300F1
ADD UINTERFREQCELL:RNCID=2751,CELLID=31038,NCELLRNCID=2751,NCELLID=24327,SIB11IND=TRUE,SIB12IND=FALSE,TPENALTYHCSRESELECT=D0,BLINDHOFLAG=FALSE,
NPRIOFLAG=FALSE,INTERCELLQUALREQFLAG=FALSE,CLBFLAG=FALSE;
```

Figura 6-14. Comandos de carga de vecinas UMTS en RNC inter/intra site entrante y saliente.

Tabla 6-27. Relación de vecindad UMTS inter frecuencia inter-intra site

CELLID SRC	CELLNAME	NODO	RNC NBR	RNCID NBR	CELLID NBR	CELLNAME	NODO	EXTERNA
31038	A87300F1	A7028	AND75R01	2751	24327	A7016B1	A7016	NO EXTERNA
31038	A87300F1	A7028	AND75R01	2751	24328	A7016B2	A7016	NO EXTERNA
24372	A87300B1	A7028	AND75R01	2751	30781	A7016F1	A7016	NO EXTERNA
24372	A87300B1	A7028	AND75R01	2751	30782	A7016F2	A7016	NO EXTERNA
24372	A87300B1	A7028	AND75R01	2751	30783	A7016F3	A7016	NO EXTERNA
24372	A87300B1	A7028	AND75R01	2751	30784	A7017F1	A7017	NO EXTERNA

### 6.1.3.6 3G 4G

En Tabla 6-29 se listan una muestra de las relaciones de vecindad entre las celdas UMTS y celdas LTE genéricas (ULTECELL) cargadas en RNC del nodo origen. Los datos mostrados (Tabla 6-29) consisten en el par celda origen contra celda vecina.

Las filas de Tabla 6-29, corresponden con la relación de celdas UMTS hacia LTE intra site. Por mandato del Operador 1, la relación de celdas UMTS del nodo origen hacia LTE del entorno no deben ser creadas. Esta relación queda representada en Figura 6-6 mediante flecha de color morado, cuyo sentido u orientación es desde estrato 3G hacia 4G.

Tampoco será necesario crear la relación entre las celdas UMTS del entorno y las nuevas celdas de LTE que se están integrando en AND87300 (nodo origen), de nuevo por mandato del operador 1.

Como se indica en Figura 6-6, de color morado en estrato 3G, el nodo origen (AND87300) debe tener la lista de celdas LTE (ULTECELL) intra site cargada en RNC (Tabla 6-28). Esto es debido a que toda celda que no pertenezca a la RNC del nodo origen (AND87300) tiene que ser definida primero como externa para luego poder crear, en RNC, la relación de vecindad entre celdas. Al contrario de lo que ocurre entre GSM y UMTS.

Por ultimo se muestran ejemplos de las líneas de comandos en Figura 6-15 y Figura 6-16 que permiten la carga en RNC de la información mostrada en Tabla 6-28 y Tabla 6-29, respectivamente.

Tabla 6–28. Muestra de externas LTE en RNC

LTECELLINDEX	LTECELLNAME	EUTRANCELLID	LTEARFCN
60000	LTEOSP6200	268435455	6200
60001	LTEOSP3050	268435454	2050
60008	LTEOSP1849	268435450	1849
60010	LTEOSP201	268435456	201

```
ADD ULTECELL:LTECELLINDEX=60000,LTECELLNAME="LTEOSP6200",EUTRANCELLID=268435455,MCC="214",MNC="03",
TAC=0,CNOPGRPINDEX=0,CELLPHYID=0,LTEBAND=20,LTEARFCN=6200; {AND75R01}
```

Figura 6-15. Comandos de carga de vecinas UMTS en RNC inter/intra site entrante y saliente.

```
ADD ULTENCELL:RNCID=2751,CELLID=24372,LTECELLINDEX=60000; {AND75R01}
ADD ULTENCELL:RNCID=2751,CELLID=24372,LTECELLINDEX=60001; {AND75R01}
```

Figura 6-16. Comandos de carga de vecinas UMTS en RNC inter/intra site entrante y saliente.

Tabla 6–29. Muestra relaciones de vecindad celdas UMTS hacia LTE en RNC

RNCID	CELLID	LTECELLINDEX
2751	24372	60000
2751	24372	60001
2751	24372	60008
2751	24372	60010
2751	24373	60000
2751	24373	60001
2751	24373	60008
2751	24373	60010

### 6.1.3.7 4G 4G

En Tabla 6-30 se listan una muestra de los canales de frecuencia en DL (LTE Downlink EARFCN) que serán definidas para el ANR. Es decir, a cada uno de los sectores de LTE se le definen todas y cada uno de las EARFCN del LTE con una serie de prioridades, offset y nivel de señal en el interfaz aire (según mandato del Operador 1) que le permitan al mecanismo ANR, crear las externas hacia el entorno y desde el entorno además de las relaciones de vecindad hacia y desde el entorno intra frecuencia e inter frecuencia.

En sección 6.1.4, ANR será definido con mayor detalle, además de los bits para su activación en gestor. Debido a su existencia, el Operador 1 solo solicita el creado de relaciones de vecindad cosite ya que, en LTE, el ANR se encargará de forma autónoma de mantener la lista de:

- Externas LTE hacia en entorno.
- Relación de vecindad intra frecuencia con el entorno.
- Relación de vecindad inter frecuencia con el entorno.

Debido a lo anterior, en Tabla 6-31, en las que se definen las relaciones de vecindad LTE intra site que comparten frecuencia. En Tabla 6-32 se completa la información sobre colindancias LTE hacia LTE con lista de vecinas LTE intra site de distinta frecuencia.

Por ultimo desde Figura 6-17 a Figura 6-19, se muestran la líneas de comandos que permiten la carga de la información mostrada en Tabla 6-30y Tabla 6-32, respectivamente.

Tabla 6–30. Canales de frecuencia LTE en DL definidos en ANR

eNodeB	EutranInterNFreq							
*eNodeB Name	*Local cell ID	*Downlink EARFCN	Inter frequency cell resel priority	*Measurement bandwidth	Frequency offset(dB)	Minimum required RX level(2dBm)	Frequency Offset for Connected Mode(dB)	ANR Indication
ANDX87300L	0	6200	3	MBW50	dB0	-64	dB-3	ALLOWED
ANDX87300L	0	1849	5	MBW100	dB0	-65	dB-3	ALLOWED
ANDX87300L	0	3400	4	MBW50	dB0	-65	dB-3	ALLOWED
ANDX87300L	0	201	4	MBW50	dB0	-65	dB-3	ALLOWED
ANDX87300L	12	3050	6	MBW100	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	12	1849	5	MBW100	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	12	3400	4	MBW50	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	12	201	4	MBW50	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	6	6200	3	MBW50	dB0	-64	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	6	3050	6	MBW100	dB0	-65	dB10	ALLOWED
ANDX87300L	6	3400	4	MBW50	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	6	201	4	MBW50	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	18	6200	3	MBW50	dB0	-64	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	18	3050	6	MBW100	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	18	1849	5	MBW100	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	18	3400	4	MBW50	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	20	1849	5	MBW100	dB0	-65	dB0	ALLOWED
ANDX87300L	20	3400	4	MBW50	dB0	-65	dB0	ALLOWED

Tabla 6–31. Muestra relaciones de vecindad intra-frecuencia entre celdas LTE intra site.

eNodeB	EutranIntraFreqNCell				
*eNodeB Name	*Local cell ID	*eNodeB ID	*Cell ID	Local cell name	Neighbour cell name
ANDX87300L	0	148364	1	ANDX87300L1A	ANDX87300L2A
ANDX87300L	0	148364	2	ANDX87300L1A	ANDX87300L3A
ANDX87300L	1	148364	0	ANDX87300L2A	ANDX87300L1A
ANDX87300L	1	148364	2	ANDX87300L2A	ANDX87300L3A
ANDX87300L	2	148364	0	ANDX87300L3A	ANDX87300L1A
ANDX87300L	2	148364	1	ANDX87300L3A	ANDX87300L2A
ANDX87300L	12	148364	21	ANDX87300M1A	ANDX87300M2A
ANDX87300L	12	148364	22	ANDX87300M1A	ANDX87300M3A
ANDX87300L	6	148364	11	ANDX87300N1A	ANDX87300N2A
ANDX87300L	6	148364	12	ANDX87300N1A	ANDX87300N3A
ANDX87300L	7	148364	10	ANDX87300N2A	ANDX87300N1A
ANDX87300L	7	148364	12	ANDX87300N2A	ANDX87300N3A
ANDX87300L	8	148364	10	ANDX87300N3A	ANDX87300N1A
ANDX87300L	8	148364	11	ANDX87300N3A	ANDX87300N2A
ANDX87300L	18	148364	31	ANDX87300T1A	ANDX87300T2A

Tabla 6–32. Muestra relaciones de vecindad inter-frecuencia entre celdas LTE intra site

eNodeB	EutranInterFreqNCell				
*eNodeB Name	*Local cell ID	*eNodeB ID	*Cell ID	NocAN ceNN Name	Neighbour ceNN Name
ANDX87300L	0	148364	20	ANDX87300L1A	ANDX87300M1A
ANDX87300L	0	148364	10	ANDX87300L1A	ANDX87300N1A
ANDX87300L	0	148364	11	ANDX87300L1A	ANDX87300N2A
ANDX87300L	0	148364	30	ANDX87300L1A	ANDX87300T1A
ANDX87300L	0	148364	32	ANDX87300L1A	ANDX87300T3A
ANDX87300L	1	148364	20	ANDX87300L2A	ANDX87300M1A
ANDX87300L	1	148364	11	ANDX87300L2A	ANDX87300N2A
ANDX87300L	12	148364	0	ANDX87300M1A	ANDX87300L1A
ANDX87300L	12	148364	1	ANDX87300M1A	ANDX87300L2A

```
//Añade frecuencia 6200 (L800 Operador 1) a la lista del sector 1 de L2600 (LOCALCELLID=0)
ADD EUTRANINTERNFREQ:LOCALCELLID=0,DLEARFCN=6200,ULEARFCNCFGIND=NOT_CFG,CELLRESELPRIORITYCFGIND=CFG,CELLRESELPRIORITY=3,
SPEEDDEPENDSPCFGIND=NOT_CFG,MEASBANDWIDTH=MBW50,QOFFSETFREQ=dB0,QRXLEVMIN=-64,PMAXCFGIND=NOT_CFG,QQUALMINCFGIND=NOT_CFG,
QOFFSETFREQCONN=dB-3,ANRIND=ALLOWED,INTERFREQCIOADJLIMITCFGIND=NOT_CFG;

//Añade frecuencia 1849 (L1800 Operador 1) a la lista del sector 1 de L2600 (LOCALCELLID=0)
ADD EUTRANINTERNFREQ:LOCALCELLID=0,DLEARFCN=1849,ULEARFCNCFGIND=NOT_CFG,CELLRESELPRIORITYCFGIND=CFG,CELLRESELPRIORITY=5,
SPEEDDEPENDSPCFGIND=NOT_CFG,MEASBANDWIDTH=MBW100,QOFFSETFREQ=dB0,QRXLEVMIN=-65,PMAXCFGIND=NOT_CFG,QQUALMINCFGIND=NOT_CFG,
QOFFSETFREQCONN=dB-3,ANRIND=ALLOWED,INTERFREQCIOADJLIMITCFGIND=NOT_CFG;

//Añade frecuencia 6200 (L800 Operador 1) a la lista del sector 1 de L2100 (LOCALCELLID=18)
ADD EUTRANINTERNFREQ:LOCALCELLID=18,DLEARFCN=6200,ULEARFCNCFGIND=NOT_CFG,CELLRESELPRIORITYCFGIND=CFG,CELLRESELPRIORITY=3,
SPEEDDEPENDSPCFGIND=NOT_CFG,MEASBANDWIDTH=MBW50,QOFFSETFREQ=dB0,QRXLEVMIN=-64,PMAXCFGIND=NOT_CFG,QQUALMINCFGIND=NOT_CFG,
QOFFSETFREQCONN=dB-3,ANRIND=ALLOWED,INTERFREQCIOADJLIMITCFGIND=NOT_CFG;
```

Figura 6-17. Comandos de carga de frecuencias LTE en ANR.

```
//Añade relación de vecindad desde sector 1 de L2600 hasta sector 2 de L2600
ADD EUTRANINTRAFFREQNCELL:LOCALCELLID=0,MCC="214",MNC="03",ENODEBID=148364,CELLID=1,LOCALCELLNAME="ANDX87300L1A",NEIGHBOURCELLNAME="ANDX87300L2A";

//Añade relación de vecindad desde sector 1 de L2600 hasta sector 3 de L2600
ADD EUTRANINTRAFFREQNCELL:LOCALCELLID=0,MCC="214",MNC="03",ENODEBID=148364,CELLID=2,LOCALCELLNAME="ANDX87300L1A",NEIGHBOURCELLNAME="ANDX87300L3A";
```

Figura 6-18. Comandos de carga de vecinas LTE intra frecuencia e intra site.

```
//Añade relación de vecindad desde sector 1 de L2600 hasta sector 1 de L800
ADD EUTRANINTERFREQNCELL:LOCALCELLID=0,MCC="214",MNC="03",ENODEBID=148364,CELLID=20,NORMVFLAG=FORBID_RMV_ENUM,
LOCALCELLNAME="ANDX87300L1A",NEIGHBOURCELLNAME="ANDX87300M1A";

//Añade relación de vecindad desde sector 1 de L2600 hasta sector 2 de L1800
ADD EUTRANINTERFREQNCELL:LOCALCELLID=0,MCC="214",MNC="03",ENODEBID=148364,CELLID=11,NORMVFLAG=FORBID_RMV_ENUM,
LOCALCELLNAME="ANDX87300L1A",NEIGHBOURCELLNAME="ANDX87300N2A";
```

Figura 6-19. Comandos de carga de vecinas LTE inter frecuencia e intra site.

### 6.1.3.8 4G 3G

En Tabla 6-33 se listan una muestra de las frecuencias UMTS (Downlink UARFCN) que serán definidas para el ANR. Es decir, a cada uno de los sectores de LTE se le definen todas y cada uno de las UARFCN del UMTS con una serie de prioridades, offset y nivel de señal en el interfaz aire (según mandato del Operador 1) que le permitan al mecanismo ANR, crear las externas hacia el entorno y desde el entorno además de las relaciones de vecindad hacia y desde el entorno. Es muy importante y un grave error en la calidad prestada por el eNodeB la correcta definición de los comandos de Figura 6-20 a Figura 6-22 debido a que procesos como el CS Fallback o vuelta a conmutación de circuitos.

Debido a lo anterior, en Tabla 6-35, en las que se definen las relaciones de vecindad LTE hacia UMTS intra site.

En Tabla 6-34 se completa la información sobre las externas UMTS intra site al nodo LTE (eNodeB), por mandato del Operador 1 sólo se crean externas intra site debido a que el mecanismo del ANR permite crear con el entorno.

Por ultimo desde Figura 6-20 a Figura 6-22, se muestran la líneas de comandos que permiten la carga de la información mostrada en Tabla 6-33 a Tabla 6-35, respectivamente.

Tabla 6-33. Canales de frecuencia UMTS en DL definidos en ANR

eNodeB	UtranNFreq								
*eNodeB Name	*Local cell ID	*Downlink UARFCN	Cell reselection priority	PS service priority	CS service priority	Frequency Priority for Connected Mode	CS and PS mixed priority	SRVCC priority	ANR Indication
ANDX87300L	0	2959	0	Priority_16	Priority_16	8	Priority_16	Priority_16	ALLOWED
ANDX87300L	12	2959	0	Priority_16	Priority_16	8	Priority_16	Priority_16	ALLOWED
ANDX87300L	12	10688	0	Priority_16	Priority_15	8	Priority_15	Priority_16	ALLOWED
ANDX87300L	6	2959	0	Priority_16	Priority_16	8	Priority_16	Priority_16	ALLOWED
ANDX87300L	7	2959	0	Priority_16	Priority_16	8	Priority_16	Priority_16	ALLOWED
ANDX87300L	7	10688	0	Priority_16	Priority_15	8	Priority_15	Priority_16	ALLOWED
ANDX87300L	8	2959	0	Priority_16	Priority_16	8	Priority_16	Priority_16	ALLOWED
ANDX87300L	18	2959	0	Priority_16	Priority_16	8	Priority_16	Priority_16	ALLOWED



Tabla 6–34. Externas UMTS intra site en eNodeB.

eNodeB	UtranExternalCell						
*eNodeB Name	*RNC ID	*RNC cell ID	*Downlink UARFCN	Routing area code	*Primary scrambling code	*Location area code	Cell name
ANDX87300L	2751	24372	10688	188	274	32976	A87300B1
ANDX87300L	2751	24373	10688	188	485	32976	A87300B2
ANDX87300L	2751	24374	10688	188	18	32976	A87300B3
ANDX87300L	2751	31038	2959	188	274	32976	A87300F1
ANDX87300L	2751	31039	2959	188	485	32976	A87300F2
ANDX87300L	2751	31040	2959	188	18	32976	A87300F3

Tabla 6–35. Muestra relaciones de vecindad celdas LTE hacia UMTS en eNodeB.

eNodeB	UtranNCell						
*eNodeB Name	*Local cell ID	*RNC ID	*RNC cell ID	No remove indicator	Blind handover priority	Local cell name	Neighbour cell name
ANDX87300L	0	2751	24372	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300L1A	A87300B1
ANDX87300L	0	2751	24373	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300L1A	A87300B2
ANDX87300L	0	2751	24374	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300L1A	A87300B3
ANDX87300L	0	2751	31038	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300L1A	A87300F1
ANDX87300L	0	2751	31039	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300L1A	A87300F2
ANDX87300L	0	2751	31040	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300L1A	A87300F3
ANDX87300L	12	2751	24372	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300M1A	A87300B1
ANDX87300L	12	2751	24373	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300M1A	A87300B2
ANDX87300L	12	2751	24374	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300M1A	A87300B3
ANDX87300L	12	2751	31038	FORBID_RMV_ENUM	32	ANDX87300M1A	A87300F1
ANDX87300L	12	2751	31039	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300M1A	A87300F2
ANDX87300L	12	2751	31040	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300M1A	A87300F3
ANDX87300L	18	2751	24372	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300T1A	A87300B1
ANDX87300L	18	2751	24373	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300T1A	A87300B2
ANDX87300L	18	2751	24374	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300T1A	A87300B3
ANDX87300L	18	2751	31038	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300T1A	A87300F1
ANDX87300L	18	2751	31039	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300T1A	A87300F2
ANDX87300L	18	2751	31040	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300T1A	A87300F3
ANDX87300L	8	2751	24372	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300N3A	A87300B1
ANDX87300L	8	2751	24373	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300N3A	A87300B2
ANDX87300L	8	2751	24374	FORBID_RMV_ENUM	32	ANDX87300N3A	A87300B3
ANDX87300L	8	2751	31038	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300N3A	A87300F1
ANDX87300L	8	2751	31039	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300N3A	A87300F2
ANDX87300L	8	2751	31040	FORBID_RMV_ENUM	31	ANDX87300N3A	A87300F3

```
//Añade frecuencia 2959 (U900 Operador 1) a la lista del sector 1 de L2600 (LOCALCELLID=0)
ADD UTRANFREQ:LOCALCELLID=0,UTRANLRFN=2959,UTRANFDDTDDTYPE=UTRAN_FDD,UTRANULARFCNCFGIND=NOT_CFG,
CELLRESELPRIORITYCFGIND=CFG,CELLRESELPRIORITY=0,PSRIORITY=Priority_16,CSPRIORITY=Priority_16,
CONNREQPRIORITY=8,CSPSMIXEDPRIORITY=Priority_16,ANRIND=ALLOWED,SRVCCPRIORITY=Priority_16;

//Añade frecuencia 2959 (U900 Operador 1) a la lista del sector 1 de L800 (LOCALCELLID=12)
ADD UTRANFREQ:LOCALCELLID=12,UTRANLRFN=2959,UTRANFDDTDDTYPE=UTRAN_FDD,UTRANULARFCNCFGIND=NOT_CFG,
CELLRESELPRIORITYCFGIND=CFG,CELLRESELPRIORITY=0,PSRIORITY=Priority_16,CSPRIORITY=Priority_16,
CONNREQPRIORITY=8,CSPSMIXEDPRIORITY=Priority_16,ANRIND=ALLOWED,SRVCCPRIORITY=Priority_16;

//Añade frecuencia 10688 (U2100, primera portadora Operador 1) a la lista del sector 1 de L800 (LOCALCELLID=12)
ADD UTRANFREQ:LOCALCELLID=12,UTRANLRFN=10688,UTRANFDDTDDTYPE=UTRAN_FDD,UTRANULARFCNCFGIND=NOT_CFG,
CELLRESELPRIORITYCFGIND=CFG,CELLRESELPRIORITY=0,PSRIORITY=Priority_16,CSPRIORITY=Priority_15,
CONNREQPRIORITY=8,CSPSMIXEDPRIORITY=Priority_15,ANRIND=ALLOWED,SRVCCPRIORITY=Priority_16;
```

Figura 6-20. Comandos de carga de frecuencias UMTS en ANR eNodeB.

```
//Añade relación de vecindad desde sector 1 de L2600 hasta sector 1 de U2100
ADD UTRANNCCELL:LOCALCELLID=0,MCC="214",MNC="03",RNCID=2751,CELLID=24372,NORMVFLAG=FORBID_RMV_ENUM,
BLINDHOPRIORITY=31,LOCALCELLNAME="ANDX87300L1A",NEIGHBOURCELLNAME="A87300B1";

//Añade relación de vecindad desde sector 1 de L2600 hasta sector 2 de U2100
ADD UTRANNCCELL:LOCALCELLID=0,MCC="214",MNC="03",RNCID=2751,CELLID=24373,NORMVFLAG=FORBID_RMV_ENUM,
BLINDHOPRIORITY=31,LOCALCELLNAME="ANDX87300L1A",NEIGHBOURCELLNAME="A87300B2";

//Añade relación de vecindad desde sector 1 de L2600 hasta sector 3 de U2100
ADD UTRANNCCELL:LOCALCELLID=0,MCC="214",MNC="03",RNCID=2751,CELLID=24374,NORMVFLAG=FORBID_RMV_ENUM,
BLINDHOPRIORITY=31,LOCALCELLNAME="ANDX87300L1A",NEIGHBOURCELLNAME="A87300B3";
```

Figura 6-21. Comandos de carga de relación de vecindad desde LTE hacia UMTS eNodeB.

```
//Añade externa A87300B1 al eNodeB
ADD UTRANEXTERNALCELL:MCC="214",MNC="03",RNCID=2751,CELLID=24372,UTRANLRFN=10688,
UTRANULARFCNCFGIND=NOT_CFG,UTRANFDDTDDTYPE=UTRAN_FDD,RACCFGIND=CFG,RAC=188,PSCRAMBCODE=274,
LAC=32976,CELLNAME="A87300B1";

//Añade externa A87300B2 al eNodeB
ADD UTRANEXTERNALCELL:MCC="214",MNC="03",RNCID=2751,CELLID=24373,UTRANLRFN=10688,
UTRANULARFCNCFGIND=NOT_CFG,UTRANFDDTDDTYPE=UTRAN_FDD,RACCFGIND=CFG,RAC=188,PSCRAMBCODE=485,
LAC=32976,CELLNAME="A87300B2";
```

Figura 6-22. Comandos de carga de externas UMTS en eNodeB.

### 6.1.4 Parametrización adicional

El nodo LTE (eNodeB) necesita de una configuración adicional para poder implementar técnicas avanzadas que permiten un mejor desempeño de la señal como son las técnicas de:

- Agregación de portadoras
- Configuración de MIMO

Además, implementa el ANR (detecta vecinas de forma automática) concretamente permite el mantenimiento de todas las listas de vecinas en eNodeB.

#### 6.1.4.1 Agregación de portadoras

La agregación de portadoras como su nombre indica, radica en añadir portadoras de LTE para conseguir un mayor ancho de banda, de hasta 100Mhz con portadoras de 1,4, 3, 5, 10, 15 o 20 MHz; Estas portadoras pueden ser intra frecuencia con una separación de 300kHz entre estas (banda de guarda) o inter frecuencia

En Figura 6-23 se muestra ejemplo de activación de los bits o banderas que habilitan la agregación en gestor

para cada una de las celdas, en concreto el sector 1 de L2600. Esta nueva funcionalidad también ha de ser activada a nivel de nodo (primera línea, Figura 6-24) y facilitar para cada portadora primaria LTE con las que agregación de portadoras secundarias según su prioridad (Figura 6-24).

```
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=0,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-0&CaUl2CCSwitch-0&CaDl4CCSwitch-0&
InterFddTddCaSwitch-0&2CCDlCaEnhanceSwitch-0&CaDl5CCSwitch-0&CaInstantlyJudgeSwitch-1&
LaaCaDlSwitch-0&FddTddCaUlServiceFirstSwitch-0&RcvA2CfgSccSwitch-0&Dc3cSwitch-0&
MultiCarrierFlexCaSwitch-0&NackDtxIdentifySwitch-0&CaDl2CCExtSwitch-1&CaDl3CCExtSwitch-1&
VolteSupportCaInterFreqMeasSw-0;
```

Figura 6-23. Flags activación agregación de portadoras en sector 1 de LTE2600.

```
MOD ENODEBALGOSWITCH:CAALGOSWITCH= SccBlindCfgSwitch-0&AdpCaSwitch-1&FreqCfgSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=0,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=1,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=2,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=6,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=7,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=8,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=12,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=13,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=14,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=18,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=19,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
MOD CAMGTCFG:LOCALCELLID=20,CELLCAALGOSWITCH=CaDl3CCSwitch-1;
ADD PCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=3050;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=3050,SCCDLEARFCN=1849,SCCPRIORITY=1;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=3050,SCCDLEARFCN=6200,SCCPRIORITY=2;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=3050,SCCDLEARFCN=201,SCCPRIORITY=4;
ADD PCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=1849;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=1849,SCCDLEARFCN=3050,SCCPRIORITY=4;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=1849,SCCDLEARFCN=6200,SCCPRIORITY=1;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=1849,SCCDLEARFCN=201,SCCPRIORITY=3;
ADD PCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=6200;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=6200,SCCDLEARFCN=3050,SCCPRIORITY=3;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=6200,SCCDLEARFCN=1849,SCCPRIORITY=5;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=6200,SCCDLEARFCN=201,SCCPRIORITY=2;
ADD PCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=201;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=201,SCCDLEARFCN=3050,SCCPRIORITY=3;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=201,SCCDLEARFCN=1849,SCCPRIORITY=2;
ADD SCCFREQCFG:PCCDLEARFCN=201,SCCDLEARFCN=6200,SCCPRIORITY=1;
```

Figura 6-24. Flags activación agregación de portadoras en eNodeB y combinación de portadoras

#### 6.1.4.2 MIMO

El MIMO 4T4R en LTE, implica el empleo de varias antenas transmisoras y receptoras, mejorando la velocidad y calidad de la transmisión. Cada ruta adicional entre transmisor y receptor amplía la señal y el ruido. Además de la correcta configuración en gestor, deben estar conectados 2 pares de coaxiales entre unidad radio y antenna, como se vio en sección 2 del documento.

Para habilitar esta funcionalidad en gestor, deben aplicarse los comandos de Figura 6-24 en los que:

- Se habilitan los bits o banderas en eNodeB: primera línea.

- Se habilitan los bits o banderas en cada uno de los sectores de LTE: resto de líneas.

```
MOD ENODEBALGOSWITCH:COMPATIBILITYCTRLSWITCH=Tm3Tm4Max4LayerCtrlSwitch-1;

MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=6,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=7,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=8,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=6,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=7,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=8,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;

MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=0,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=1,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=2,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=0,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=1,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=2,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;

MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=18,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=19,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLDLSCHALGO:LOCALCELLID=20,MAXMIMORANKPARA=SW_MAX_SM_RANK_4;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=18,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=19,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;
MOD CELLMIMOPARACFG:LOCALCELLID=20,MIMOADAPTIVESWITCH=CL_ADAPTIVE;
```

Figura 6-25. Comandos para habilitar MIMO 4T4R en bandas altas de LTE .

#### 6.1.4.3 ANR

La función de la creación automática de relaciones vecinas (ANR) reside en eNodeB y permite un mantenimiento automático de sus listas de vecinas apoyándose en la información que les facilitan los equipos de usuario (UE) que orquestados por eNodeB realizan mediciones de las celdas vecinas y proporcionando los identificadores detectados. Este proceso concluye añadiendo dicha celda como entrada de la lista de vecinas correspondientes.

Para poder habilitar la funcionalidad anterior en gestor, se deben configura los bits o banderas en eNodeB mostrados en Figura 6-26, adicionalmente en cada uno de los sectores de LTE (Figura 6-27)

```
MOD ANR:DELCELLTHD=10,NCELLHOSTATNUM=10,STATISTICPERIOD=60,STATISTICPERIODFORNRTDEL=1440,
STATISTICNUMFORNRTDEL=200,EVENTANRMODE=NOT_BASED_NCL,
NRTDELMODE=EUTRAN_DELREDUNDANCENCELL-1&UTRAN_DELREDUNDANCENCELL-1&GERAN_DELREDUNDANCENCELL-1&
UTRAN_DELERRORNCELL-1&GERAN_DELERRORNCELL-1&UTRAN_DELCELLERRORNCELL-1,NCELLDELPUNISHPERIOD=1440,
EUTRANNCCELLDELPUNNUM=1,UTRANNCCELLDELPUNNUM=1,STAPERIODFORIRATNRTDEL=1440,PERIODFORNCELLRANKING=1440,NOHOSETTHD=40,NOHOSETMODE=NO_CHECK,STATPERIODCOEFF=4;

MOD ENODEBALGOSWITCH:ANRSWITCH=IntraRatEventAnrSwitch-1&IntraRatFastAnrSwitch-0&IntraRatAnrAutoDelSwitch-1&
UtranEventAnrSwitch-1&GeranEventAnrSwitch-1&UtranFastAnrSwitch-0&GeranFastAnrSwitch-0&CdmaFastAnrSwitch-0&
UtranAutoNrtDeleteSwitch-1&GeranAutoNrtDeleteSwitch-1&CdmaAutoNrtDeleteSwitch-0&CdmaEventAnrSwitch-0&MlbBasedEventAnrSwitch-0&
IntraRatNoHoSetAnrSwitch-0&IntraRatDoubleThdAnrSwitch-0&ServiceBasedEventAnrSwitch-0&ServiceReqEventAnrSwitch-0&
IntraRatEnhancedEventAnrSwitch-0&InterFreqAngcAnrSwitch-0&CaBasedEventAnrSwitch-1&UtranUpdateRacSwitch-0&GeranUpdateRacSwitch-0;
```

Figura 6-26. Comandos para habilitar ANR a nivel eNodeB.

```
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=12,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=13,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=14,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;

MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=6,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=7,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=8,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;

MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=0,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=1,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=2,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;

MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=18,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=19,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
MOD CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=20,ANRFUNCTIONSWITCH=INTRA_RAT_ANR_SW-1&INTER_RAT_ANR_SW-1;
```

Figura 6-27. Comandos para habilitar ANR a nivel de celdas LTE.

## 6.2 Integración

El técnico de Operaciones y Mantenimiento debe convertir todos los archivos e información facilitados en sección 6.1 en comandos compatibles con el gestor, dónde están integrados todos los nodos. Dicho gestor proporciona una interfaz remota para trabajos de operación y mantenimiento (O&M).

La integración se ejecutará a la vez que la instalación en campo, el primer paso consiste en introducir la nueva BBU 5900 en gestión para que los técnicos de operaciones puedan definir la configuración interna de la que disponen. Es tarea del instalador entregar la gestión al equipo de O&M, por lo que para llevar a cabo esta tarea precisará de un pc conectado a UMPTg2 y cargar los comandos indicados en Figura 6-28. En caso negativo, no se podrá seguir con la integración.

```
//////Importante, Ejecutar este primer comando y esperar que la tarjeta UMPTg2 (BBU) reinicie
ACT CFGFILE:MOD=LEAST,EFT=IMMEDIATELY,PRODUCTTYPE=BTSS5900;

////// Una vez reinicie la tarjeta UMPTg2 (BBU) y se recupere la conexión, ejecutar los siguientes comandos:
ADD CABINET:CN=0,TYPE=VIRTUAL;
ADD SUBRACK:CN=0,SRN=0,TYPE=BBU5900;
ADD BRD:SN=7,BT=UMPT,MPTWORKMODE=NORMAL;
ADD DEVIP:CN=0,SRN=0,SN=7,SBT=BASE_BOARD,PT=ETH,PN=0,IP="10.24.220.112",MASK="255.255.255.224",USERLABEL="OM";
ADD IPRT:RTIDX=1,CN=0,SRN=0,SN=7,SBT=BASE_BOARD,DSTIP="10.192.0.0",DSTMASK="255.255.0.0",RTTYPE=NEXTHOP,NEXTHOP="10.24.220.97",MTUSWITCH=OFF,FORCEEXECUTE=YES;
ADD OMCH:BEAR=IPV4,IP="10.24.220.112",MASK="255.255.255.0",PEERIP="10.192.222.70",PEERMASK="255.255.255.0",BRT=NO,CHECKTYPE=NONE;
ADD VLANCLASS:VLANGROUPNO=1,TRAFFIC=OM_HIGH,VLANID=15,VLANPRIO=3;
ADD VLANCLASS:VLANGROUPNO=1,TRAFFIC=OM_LOW,VLANID=15,VLANPRIO=3;
ADD VLANCLASS:VLANGROUPNO=1,TRAFFIC=OTHER,VLANID=15,VLANPRIO=5;
ADD VLANMAP:NEXTHOPIP="10.24.220.97",MASK="255.255.255.255",VLANMODE=VLANGROUP,VLANGROUPNO=1,FORCEEXECUTE=YES;
SET ETHPORT:SN=7,SBT=BASE_BOARD,PA=COPPER,SPEED=AUTO,DUPLEX=AUTO;
SET ETHPORT:SN=7,SBT=BASE_BOARD,PN=1,PA=FIBER,MTU=1500,SPEED=1000M,DUPLEX=FULL;
```

Figura 6-28. Comandos para habilitar MIMO rank 4 en bandas en 4T4R

La gestión de la nueva BBU se ha completado de forma correcta cuando los comandos de ping son satisfactorios, instante en el que se procede con el corte del servicio para comenzar los trabajos coordinados de instalación e integración. Durante este proceso se llevarán a cabo comprobaciones intermedias de funcionamiento:

- Conexión de RRU
- Conexión de UBBP y creado de celdas
- Conexión RET

Cuando la integración se de por concluida, instalador desplazado en campo como técnico en remoto deben de adjuntar la siguiente información que permita obtener el estado final del funcionamiento y configuración:

- Logs de de la carga de colindancias,
- Archivo que contiene capturas gráficas a nivel de configuración en gestor del estado previo y final. Estas capturas deben incluir:



- Estado celdas (activas, apagadas, barreadas).
- Panel alarmas.
- Configuración RET.
- Test de ROE<sup>47</sup>.
- Ruido en UL

### 6.3 Post Integración

Consiste en certificar que la instalación-integración se haya llevado a cabo según la información descrita en apartado 4 (diseño) del documento y que se cumplen con los nivel de calidad demandada por el cliente. El modus operandi (Figura 6-29) de la post integración en nodo AND87300 será intercambio en frío:

Toda tecnología previa del AND87300, en este caso BEFLN (Tabla 2-1), debe quedar radiando tras los trabajos de intercambio en frío, de forma que el nodo no se verá afectado en cobertura ni capacidad. Durante la elaboración de los informes se debe comprobar la correcta configuración final, EFLMNT (Tabla 2-1), por lo que se permite un encendido de las nuevas tecnologías por un periodo máximo de dos horas en la que se deben obtener los diferentes informes, chequeos y estadísticas. Durante el periodo de chequeos se llevarán a cabo las acciones necesarias tanto remotas como local para subsanar cualquier problema.

En un plazo de 48h vencidas, se debe presentar los trabajos del intercambio al grupo de calidad del Operador 1, entregando los informes que serán descritos a continuación y estadísticas o indicadores claves de rendimiento (KPI) que certifiquen que la instalación se ha mantenido o mejorado tras los trabajos. Tras obtener el visto bueno al intercambio por parte del Operador 1 se podrá programar encendido de las nuevas tecnologías y apagado-borrado de las sobrantes en estado final, en AND87300 se apagará y borrará la tecnología U21000 con el encendido de L800 y L2100. Si Operador 1 no otorga el visto bueno a los informes e indicadores claves de rendimiento, se deben llevar a cabo las correcciones o justificaciones oportunas para su aprobación.

Antes de programar el encendido, previa comunicación al cliente, de las tecnologías restantes (M y T) para completar el estado final se debe obtener el permiso expreso por parte de la jefatura provincial competente. En este caso el de la jefatura provincial de telecomunicaciones de Almería. Se debe al control por parte del anterior ente público sobre los encendidos en la banda LTE800, motivado por la cercanía en el espectro radioeléctrico entre la bandas alta de TDT y LTE800 pudiendo llegar a interferir en le correcto funcionamiento de la TDT en comunidades de vecinos.

Debido a la magnitud macro del proyecto, los encendidos de las nuevas tecnologías y sectores serán completos y nunca parciales. En AND87300:

- Encendido de tres nuevos sectores para las tencologías M y T.
- Apagado-borrado de tres sectores para las tecnología B.

Tras el encendido de las nuevas tecnologías y tras un periodo de 48H vencidas se presentarán al cliente los KPI. De ser aceptados pasará al siguiente grupo, encargado de la optimización por el contrario si es rechazado, se corregirá y/o justificará hasta su aceptación por parte del Operador 1.

De forma intermedia a la obtención de KPI de 48H vencidas, tambien se obtendrán estadísticas a las 4H vencidas para corregir posibles degradaciones en red que puedan afectar a usuarios finales.

Cualquier problema que se detecte en la instalación-integración que tenga como posible origen la instalación será el instalador el encarga de acudir de nuevo al site y del integrador, dar soporte de forma remota. Los casos más communes:

- Pruebas con cargas en distintos puntos del sistema radiante que descarten problemas en el mismo debido a un alto nivel de ruido en UL.

<sup>47</sup> Test unitario ejecutado por medio del gestor de forma remota en el que se comprobarán los valores del coeficiente de onda estacionara.

- Problemas en RET.
- Problemas con SBT o TMA.
- Problemas de ROE.
- Problemas con fibras desconectadas.
- Problemas con transceivers defectuosos.
- Cruce o rotación de sectores físicos.
- Cruce lógico de sectores.
- Pruebas de llamadas forzando el UE a las distintas tecnologías desplegadas en el nodo.

Si se detecta material defectuoso, se le solicitará garantía al fabricante y necesaria nueva visita con soporte de O&M en remoto para certificar que la instalación queda ok.

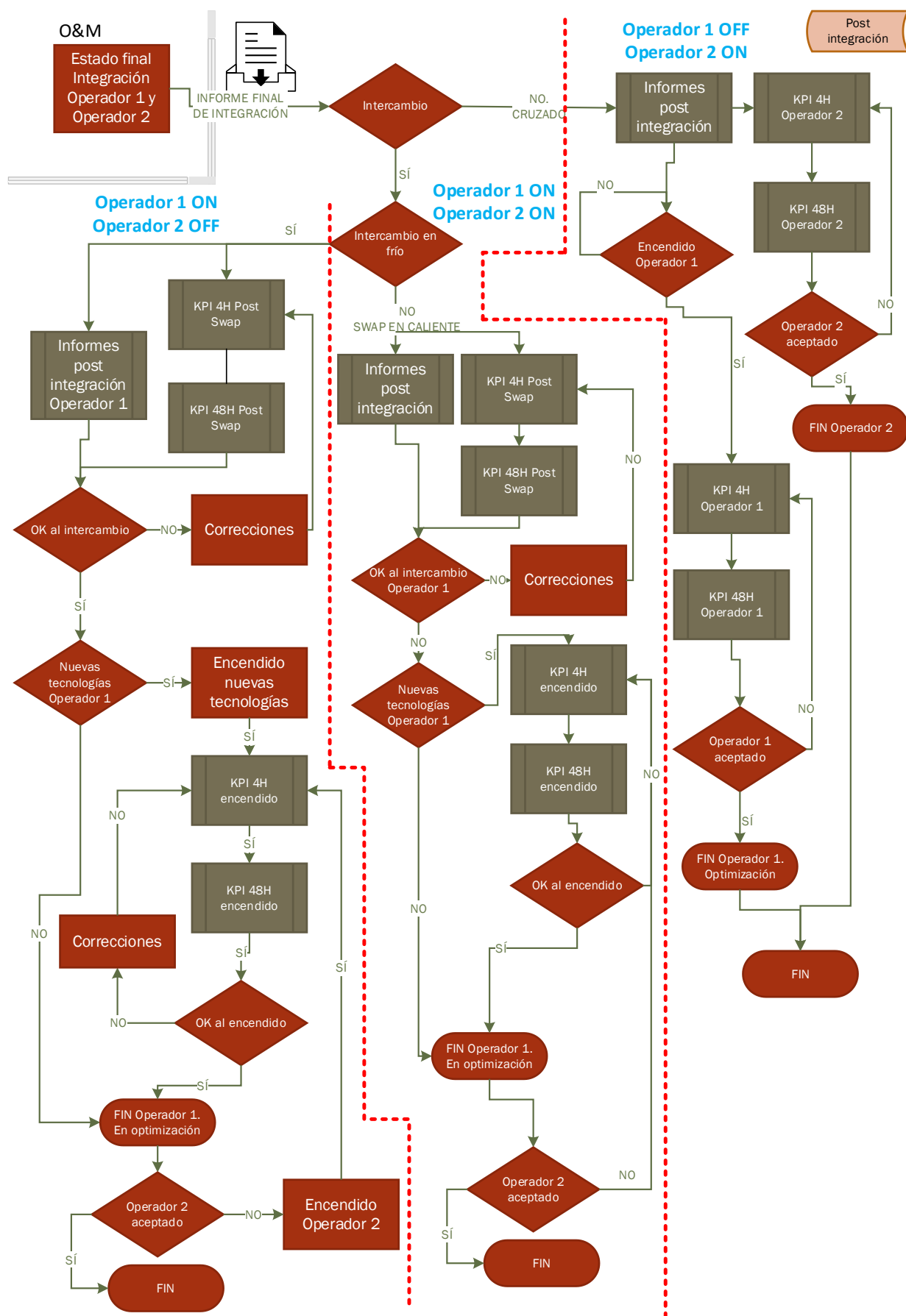


Figura 6-29. Trabajos post integración.



### 6.3.1 Informes post integración

Se lleva a cabo mediante la comprobación de los puntos de una lista o checklist (Informe fase 1) y revisión del nivel de ruido en UL para todas las tecnologías (Informe fase 2)

Se deben encender las nuevas celdas integradas.

#### 6.3.1.1 Informe fase 1

Durante la elaboración del informe de fase 1, se revisarán los archivos de logs de carga en gestor de toda información facilitada al grupo de O&M en apartado 6.1 del documento. El resultado de ejecutar todos los comandos de carga debe de ser exitoso en todos los casos o rechazar su entrada debido a su existencia previa por una carga anterior. En AND87300, todas las colindancias y parametrización para tecnologías preexistentes provocarán un rebote debido a lo expuesto. En caso de detectar error en log, debe ser analizado y solventado el problema con una nueva carga si fuese requerido.

Otra acción que complementa a la anterior, es ejecutar los comandos de DSP (display) y LST (listado) en gestor según se recogen de Tabla 6-36 a Tabla 6-38. Comenzando con las tecnologías de 2G (Tabla 6-36) se comentarán los parámetros que afecten de forma crítica al servicio.

- CELLOSPMAP: este parámetro debe estar configurado correctamente, de lo contrario como se ha adelantado en sección 6.1.1.1, provocará un mal funcionamiento en todas celdas GSM, concretamente en el servicio de voz
- PTPBVC: debe estar configurado de forma correcta, en caso negativo las celdas de GSM no cursarán datos (GPRS).
- RAC: un defecto en su configuración provocará un mal enrutamiento de la señalización entre BTS y UE. En la actualidad no se considera un error grave siempre y cuando se de servicio de datos en tecnologías UMTS y LTE debido a que el tráfico actual de datos en GSM es residual.
- Inners: como se expuso en sección 6.1.2, un error provocan caídas en MSC (core) pese a que el proceso de negociación entre BTS y UE se lleve a cabo de forma correcta. También provoca mal funcionamiento de la red inteligente

Para las tecnologías de 3G se recogen en Tabla 6-37, de nuevo se comentarán los considerados críticos:

- Nodo en sharing: el parámetro "Sharing Type Of NodeB" debe estar configurado al valor "RAN Sharing" cuando el nodo 3G (nodeB) es creado mediante el commando ADD NODEB
- ADJMAP EN SHARING
- Areas: su error provoca en la tecnología UMTS el equivalente en GSM con una mala configuración de inners.
- UPCPICH: potencia empleada por el canal piloto de señalización común (CPICH), si se hace disminuir de forma drástica provocará degradaciones en UMTS.

Por último para las tecnologías de 4G:

- SHARING: un eNodeB es capaz de operar en varios modos de funcionamiento, cuando es creado en gestor, por defecto se inicia en modo independiente. Será necesario revisar si lo hace en modo "Separate Frequency Sharing Mode".
- Comprobar el correcto securizado del tráfico LTE: se debe comprobar que las dos listas de acceso se encuentren operativas. Un error provoca que un eNodeB no curse tráfico hacia su Core.
- Cell OP: operadores LTE definidos en la red de acceso radio.
- CN Operator: indica si el operador es primario o secundario. Sólo es posible configurar un operador en modo primario y múltiples operadores en modo secundario. Si no se configura a Operador 2 como secundario el eNodeB direcciona al anterior operador hacia la red core del Operador 1, provocando graves degradaciones en LTE.

- TAC: como se expuso en sección 6.1.1.3, un defecto en su configuración hace que el eNodeB quede aislado de su entorno a mensajes de localización o paging provocando también un aumento de señalización en core debido a la isla de TAC.
- Bits o banderas de ANR: como se enunció en sección 6.1.4, es fundamental en LTE para el correcto funcionamiento de la movilidad del eNodeB entre las distintas bandas de LTE y hacia de tecnologías de las distintas generaciones.
- Bits o banderas de CS Fallback: permiten implementar la vuelta a circuitos, desde el LTE, antes del establecimiento de una llamada iniciada por el UE. Es uno de las funcionalidades más importantes en la actualidad debido a que en casi la totalidad de OMV<sup>48</sup> dan servicio de voz sobre UMTS implementando el anterior mecanismo.
- Bits o banderas de SRVCC: funcionalidad muy relacionada con el CS Fallback, en el que el UE pasa de estar manteniendo una llamada sobre LTE (VoLTE) a CS sobre UMTS, estos se dan en situaciones en las que la cobertura LTE no es demasiado densa.

Tabla 6–36. Comprobaciones tecnologías 2G

2G	Lanzar comandos en BSC	Detalle
CARGA CELDAS 2G OPERADOR 1	DSP GCELLSTAT:IDTYPE=BYNAME,BTSNAMELST="ANDX87300";	Comprobar que todas las celdas estén con los parámetros "Cell Service State a Yes" y "Channel Fault a No", si Cell Service State está a No (la celda no se ha activado) y si Channel Fault está a Yes (significa que tiene algún TRX caído).
POTENCIA TRX 2G A 10W	LST GTRXDEV:IDTYPE=BYNAME,CELLNAME="A87300E1",TRXIDTYPE=BYID;	Comprobar celda a celda cambiando XXXXX por el nombre de todas las celdas del nodo, que "eGBTS Power Type(0.1dBm)" esté a 400 dBm
CELLOSPMAP	LST GCELLOSPMAP:IDTYPE=BYNAME,BTSNAME="ANDX87300";	Comprobar que las celdas de tengan en OSPMAP Code correcto
PTPBVC	LST PTPBVC:IDTYPE=BYNAME,CELLNAME="A87300E1";	Comprobar celda a celda cambiando XXXXX por el nombre de todas las celdas del nodo, que las celdas del Operador 1 y Operador 2 tengan correctamente asignados sus PTPBVC (LST NSE;; para ver los NSE Identifier de cada Operador). Si no están definidos, las celdas no cursan datos 2G GPRS.
RAC	LST GCELLGPRS:IDTYPE=BYNAME,BTSNAME="ANDX87300";	Comprobar los "Routing area" para las celdas por defecto la plantilla crea las celdas con el Routing area a 6, pero hay que poner el valor de las plantillas de diseño.
CANALES PDTCH	"LST GTRXCHAN:IDTYPE=BYNAME,CELLNAME="A87300E1",TRXIDTYPE=BYID;"	Si se cambia radio o amplía TRX, comprobar por cada una de las celdas 2G del nodo (Cambiar XXXXXXX por cada una de las celdas), que las celdas del Operador 1 tienen al menos 1 canal PDTCH en el canal 6 del primer y segundo TRX.

<sup>48</sup> Operador móvil virtual

Tabla 6–37. Checklist tecnologías 3G

3G	Lanzar comandos en RNC	Detalle
CARGA CELDAS 3G OSP	DSP UCELL:DSPT=BYNODEB,NODEBNAME="ANDX87300";	Comprobar que las celdas que deben quedar encendidas estén en "Operation state -> Available" y "State explanation -> Cell is setup and enabled".
CARGA CELDAS 3G VDF	DSP UCELL:DSPT=BYNODEB,NODEBNAME="ANDX87300";	Comprobar que las celdas que deben quedar encendidas estén en "Operation state -> Available" y "State explanation -> Cell is setup and enabled".
NODO EN SHARING	LST UNODEB:LSTTYPE=ByNodeBName,NODEBNAME="ANDX87300",LSTFORMAT=HORIZONTAL;	Comprobar que si el nodo es Sharing el parámetro "Sharing Type Of NodeB -> RAN Sharing".
COMPROBAR ADJNODE	LST ADJNODE:LSTTYPE=BYNAME,NAME="ANDX87300";	Comprobar ADJNODE para sacar el Adjacent Node Id, para lanzar en el comando ADJMAP.
ADJMAP EN SHARING	LST ADJMAP:ANI=XX;	Insertar el ANI sacado del comando ADJNODE y comprobar que si el nodo es Sharing, el parámetro "Resource Management Mode -> SHARE". Si esto no está correctamente el nodo no cursa Datos 3G.
POTENCIAS CELDAS 3G	LST UCELL:NODEBNAME="ANDX87300";	Revisar que las potencias quedan a 460 dBm.
UPCPICH CELDAS 3G	LST UPCPICH:CELLID=A87300E1;	Revisar lanzando el comando para todos los cellid del nodo y comprobar que: PCPICH Transmit Power=360, Max Transmit Power of PCPICH=360 y Min Transmit Power of PCPICH=330.
AREAS 3G		Comprobar en gestor Ericsson que están cargadas en caso de celdas nuevas.
CALL TEST 3G		Pruebas de llamada para 3G

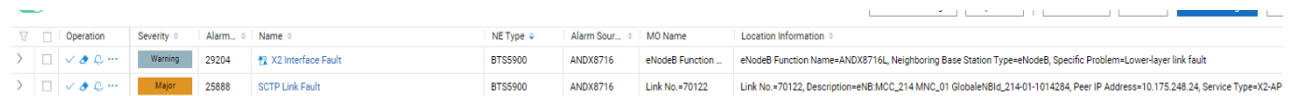
Tabla 6–38. Checklist tecnologías 4G

4G	Lanzar comandos en Nodo COMPT	
CARGA CELDAS 4G OSP	DSP CELL;;	Comprobar que las celdas encendidas quedan arriba.
SHARING	LST ENODEBSHARINGMODE;;	Si el nodo tiene celdas VDF, comprobar que "eNodeB sharing mode = Separate Frequency Sharing Mode".
ENODEBID		En modo sharing, verificar que se propaga el enodebid nuevo y que se borra ( <b>desde CME</b> ) el viejo para evitar conflictos con vecinas.
SECURIZADO	DSP IKESA:SN=7,IKEVSN=IKE_V2,DSPMODE=BRIF;	Comprobar que están los 2 ACL Type en "Ready StayAlive".
CELLOP OSP o VDF	LST CELLOP;;	Celdas OSP CELLOP=0, celdas OSP IoT CELLOP=2, <b>Celdas VODF CELLOP=1</b> y Celdas VDF IoT CELLOP=3.
CNOPERATOR OSP o VDF	LST CNOPERATOR;;	Confirmar que el CNOPERATOR=0 es para OSP y el CNOPERATOR=1 es para VDF.
MIMO	LST CELLDLSCHALGO	Cargar comandos de MIMO Rank4 y revisar la configuración del Port Mapping (Rank4). Además, revisar que el modo de TX y RX está conforme a diseño. En 4T4R, maximum number of MIMO layers=Rank 4.
TAC OSP o VDF	LST CNOPERATORTA;;	Comprobar que los "Local tracking area ID" 0 y 2 se asocien al CN Operator ID=0 (OSP) y que los "Local tracking area ID" 1 y 3 se asocien al CN Operator ID=1 (VDF). Comprobar que los "Tracking area code" se corresponden con los enviados en las plantillas radio.
LICENCIA CARGADA	CHK DATA2LIC;;	Compara si hay algún item que excede las licencias del nodo.
ROE	STR VSWRTEST:TMODE=SINGLE_ARFCN;	Revisar ROE, y en caso de tener ROE solicitar revisión a Técnico.
RET	DSP RETSUBUNIT;;	Revisar que el etiquetado es correcto y que quede reflejado tanto en "Device Name" como en "Subunit Name". Además, todos los RET deben estar AVAILABLE y con los valores de CAP.
TMA	DSP TMASUBUNIT;;	Comprobar si existe y debe estar configurado mirando el estado modificado de las Notas.
POTENCIAS	LST PDSCHCFG;;	L800: 43 dBm. RS: 152 (sin IoT). 42,7 dBm. RS:149 (con IoT)
		IoT800: 34,6 dBm. RS: 268 (exclusión). 31,6 dBm. RS: 238 (jumping).
		L1800: 46 dBm. RS: 152 (exclusión). 43 dBm. RS: 122 (jumping).
		L2100: 43 dBm. RS:152 (exclusión). 40 dBm. RS: 122 (jumping).
		L2600: 46 dBm. RS: 152 (exclusión). 43 dBm. RS: 122 (jumping).
PB	LST PDSCHCFG;;	Para OSP, el valor de PB debe ser siempre 0 (en las celdas IoT suele quedarse a 1).
NBIoT		Si L800 es previo y se integran celdas NBIoT, estas se deben encender directamente e indicar en el correo de estado final para su documentación.
SWITCH ANR	LST ENODEBALGOSWITCH;;	Revisar que los switchs estén activados para <i>ANR algorithm switch</i> .
SWITCH CS FALLBACK	LST CELLALGOSWITCH:LOCALCELLID=XX;	Revisar que los switchs están activados para <i>Handover Allowed Switch</i> .
ALARMAS EXTERNAS	LST ALMPORT:CT=ALL;	Revisar que quedan definidas las alarmas externas correctamente.

### 6.3.1.2 Informe fase 2

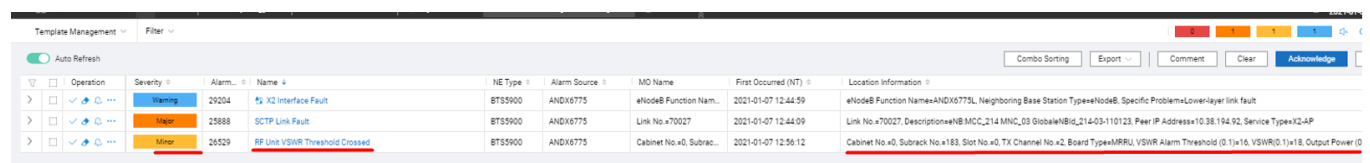
En la sección que se describirá a continuación, por primera vez en el documento, se emplearán datos y capturas gráficas de nodos distintos a AND87300 con el fin de obtener una vision más completa de incidencias y patologías de la red. Continuando con la certificación de la integración, en informe de fase 2 se llevará a cabo un chequeo de de alarmas y warning, test de ROE y análisis del ruido:

- **Alarmas y Warning:** Toda alarma y warning distinto a “SCTP Link Fault” y “X2 interface fault” será considerará como no apto y por tanto necesitará de revision el local y/o remote según la naturaleza de la patología. En Figura 6-30, el panel de alarmas del nodo solo muestra las citadas anteriormente por lo que en este apartado se obtendrá el visto bueno, si embargo en Figura 6-31 el nodo presenta ROE superior a 1,5 en cabinet= 0, subrack=183,Tx channel=2 (RRU sector 3 1800/2100MHz, puerto C), valor a partir del cuál quedará registrada la alarma. En este caso se precisa visita en local por parte del instalador para revisar el la tirada de coaxial conectada al anterior hardware.



Operation	Severity	Alarm...	Name	NE Type	Alarm Sour...	MO Name	Location Information
>	Warning	29204	X2 Interface Fault	BT55900	ANDX8716	eNodeB Function ...	eNodeB Function Name=ANDX8716L, Neighboring Base Station Type=eNodeB, Specific Problem=Lower-layer link fault
>	Major	25888	SCTP Link Fault	BT55900	ANDX8716	Link No. *70122	Link No. *70122, Description=eNB-MCC_214-MNC_01 Global eNBId_214-01-1014284, Peer IP Address=10.175.248.24, Service Type=X2-AP

Figura 6-30. Panel de alarmas correcto.



Operation	Severity	Alarm...	Name	NE Type	Alarm Source	MO Name	First Occured (NT)	Location Information
>	Warning	29204	X2 Interface Fault	BT55900	ANDX6775	eNodeB Function Nam...	2021-01-07 12:44:59	eNodeB Function Name=ANDX6775L, Neighboring Base Station Type=eNodeB, Specific Problem=Lower-layer link fault
>	Major	25888	SCTP Link Fault	BT55900	ANDX6775	Link No. *70027	2021-01-07 12:44:09	Link No. *70027, Description=eNB-MCC_214-MNC_03 Global eNBId_214-03-110123, Peer IP Address=10.38.194.92, Service Type=X2-AP
>	Minor	26529	RF Link VSWR Threshold Crossed	BT55900	ANDX6775	Cabinet No.x0, Subrac...	2021-01-07 12:56:12	Cabinet No.x0, Subrack No.x183, Slot No.x0, TX Channel No.x2, Board Type=RRU, VSWR Alarm Threshold (0.1)x16, VSWR(0.1)x18, Output Power (0

Figura 6-31. Panel de alarmas no apto por ROE

- **ICMBAND en 2G:** Idle Channel Measurement (ruido o interferencia en UL) en canales TCH o SDCCH. El nivel de interferencia se medirá en cada uno de los TRX referido a una escala de 5 bandas dónde el peor valor es el recibido en banda 5. El KPI de ICM\_band se considerará óptimo siempre que sea inferior a un 1%.

Un gráfico correcto para este KPI es el que se muestra en Figura 6-32, en el que predomina ruido en banda 1, en menor medida influye el recibido en banda 2 y para el resto de bandas presentan ruido residual.

- **RSSI en 3G:** valor medio del KPI RTWP que mide el ruido en UL de cada tecnología UMTS. Se considera correcto si en media es inferior a -100dBm como en Figura 6-34, sin embargo un mal RTWP es el mostrado en Figura 6-35, para los sectores uno y dos de la tencología U900 en esta situación se llevarán a cabo pruebas con cargas. Esta prueba consiste en la colocación de resistencias que adaptan el circuito que conforma el SSRR provocando un valor plano en el valor de RTWP y niveles suelo en la escala del nivel de ruido en UL (Figura 6-36) en caso de no existir defecto en los components del SSRR (antenas, pasivos, o RRU). En definitiva, lo que se persigue con este método es aislar el SSRR del exterior. Para ejecutar estas pruebas debe de existir coordinación entre técnicos en local y O&M en remoto para obtener el resultado de las pruebas. Se irán validando los distintos putos del SSRR, comenzando por los puertos de antenna afectados antenna hasta concluir en puertos de RRU.

En caso de existir problemas en el radiante, la colocación de la carga no influirá o lo hará de forma muy leve en los niveles de ruido instantáneos (Figura 6-36).

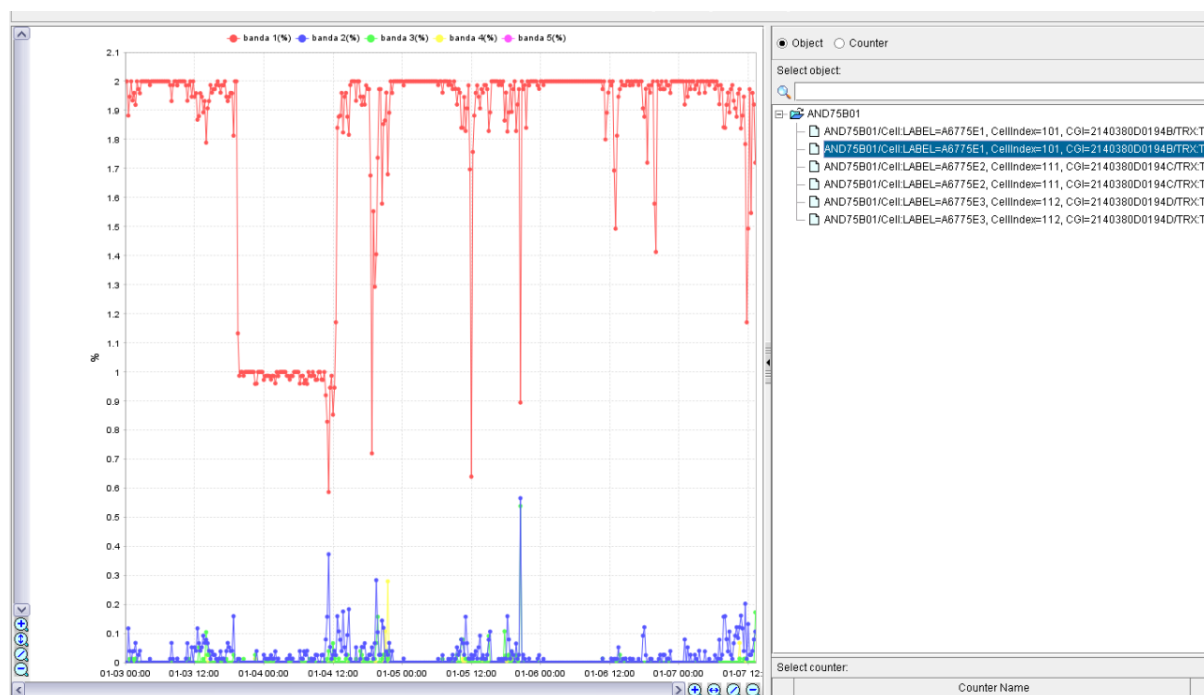


Figura 6-32. ICMBAND correcto en GSM900.

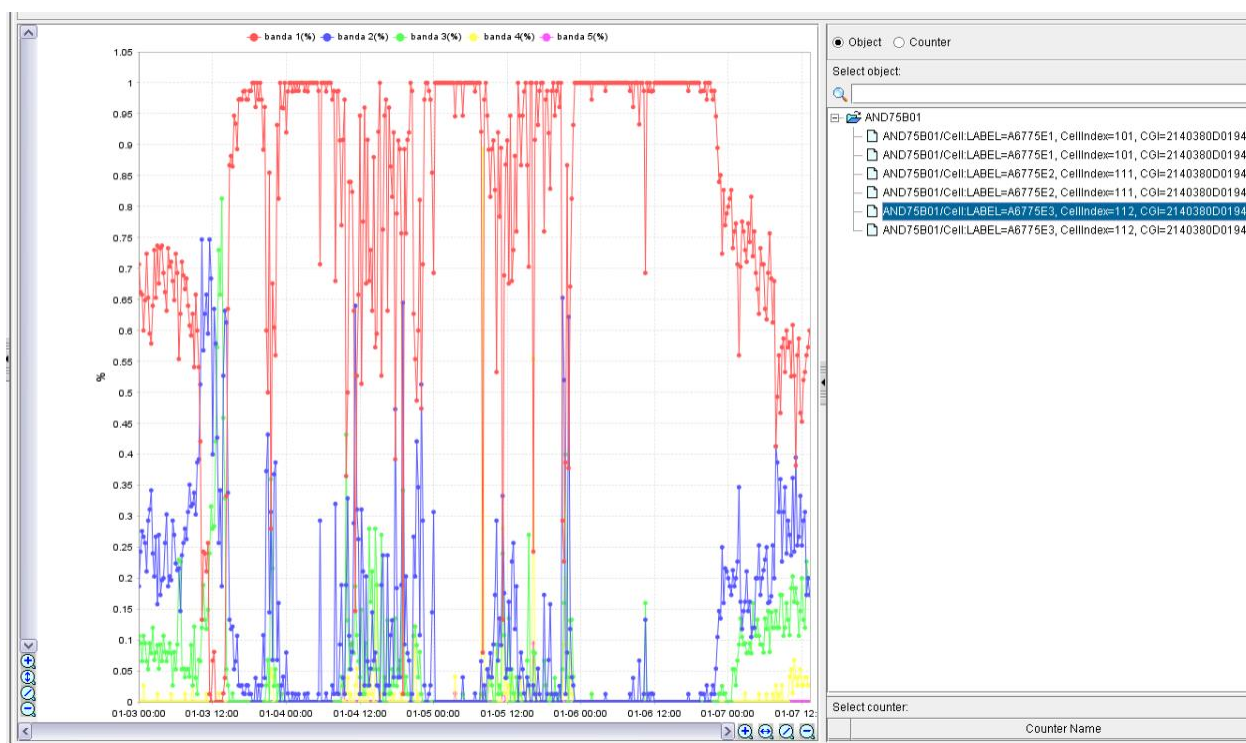


Figura 6-33. ICMBAND no correcto en GSM900.

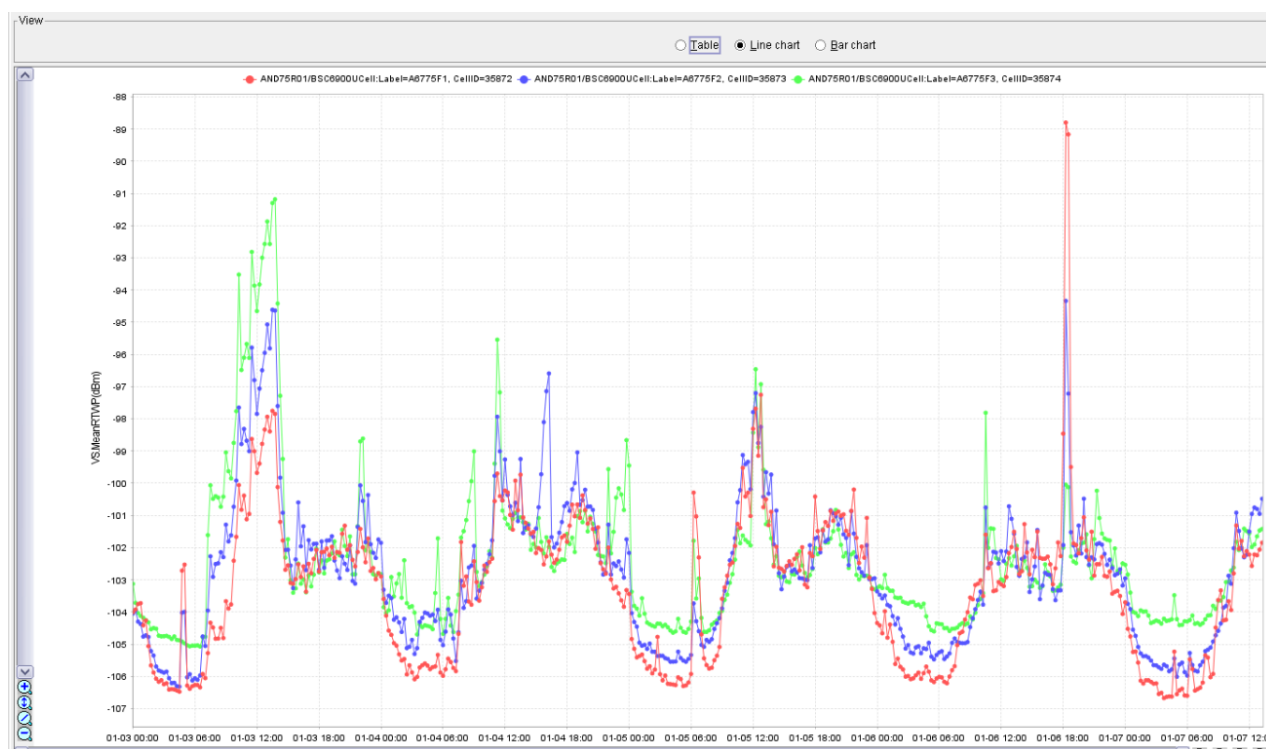


Figura 6-34. RSSI correcto en UMTS

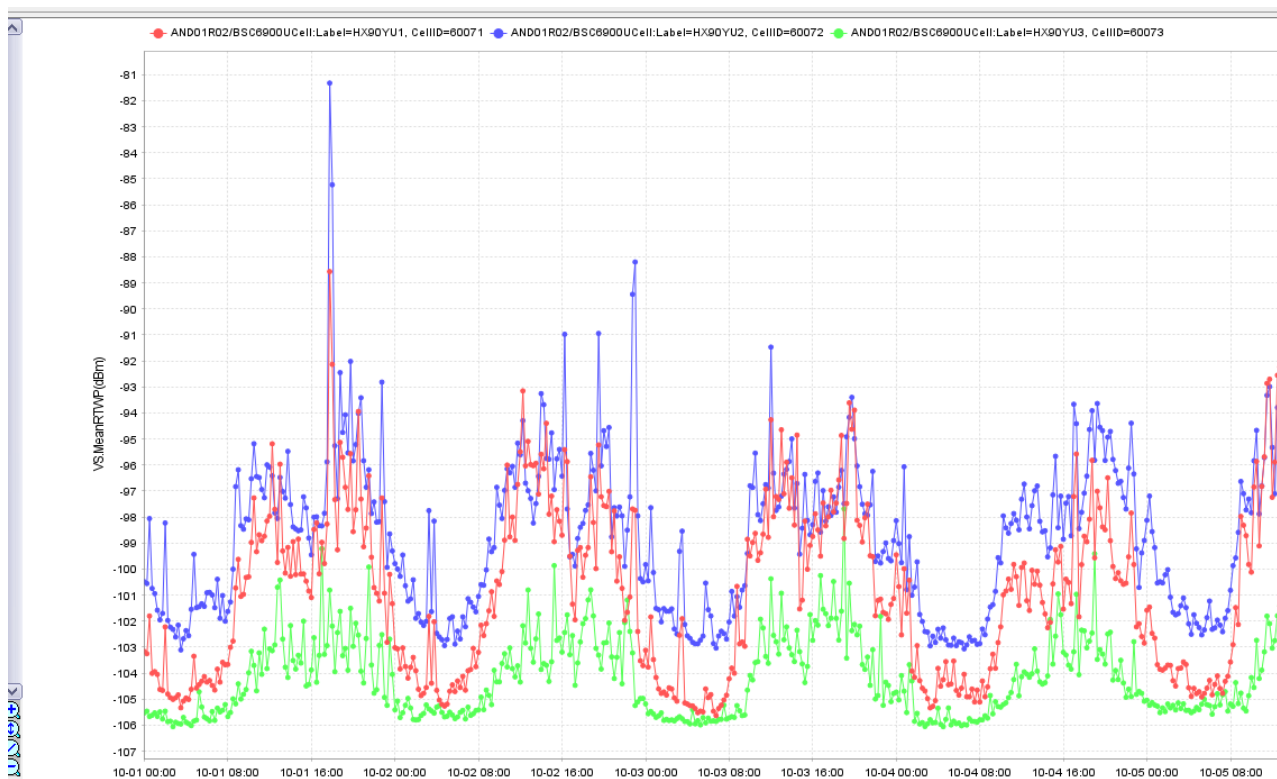


Figura 6-35. RSSI no apto en UMTS durante horas de tráfico en Secto 1 y 2.

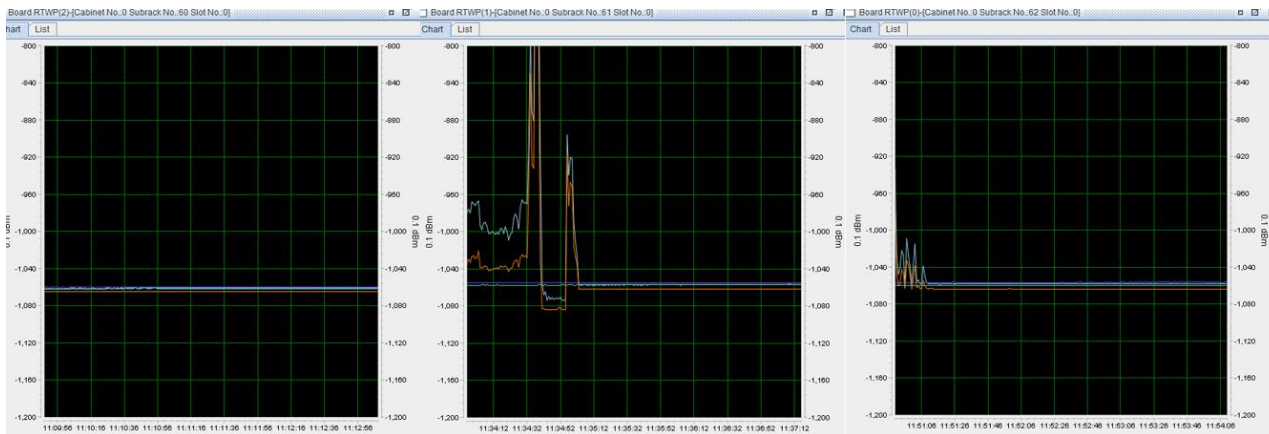


Figura 6-36. Pruebas con cargas correctas en U900.

- **RSSI en 4G:** para limitar el número de capturas gráficas solo se analizará el ruido o RSSI en la banda L800, además es la que comúnmente presenta niveles elevados de RSSI por:
  - Tráfico: banda de menor capacidad (menor cantidad de recursos radio o PRBs) que bandas altas (L1800, L2100 y L2600). Por este motivo, durante la optimización se llevará tráfico a bandas más altas en frecuencia, preferiblemente a L1800 y L2600.
  - Alcance: banda L800 da soporte de cobertura a la zona, en cambio, las bandas altas de LTE proporcionan soporte de capacidad. Este mayor alcance provoca un aumento de ruido en UL.
  - Externo: Debido a que el espectro de TDT se encuentra muy cercano a banda de LTE800, se evitará la instalación de antenas en las proximidades de repetidores de TDT.

En Figura 6-37 se obtienen las estadísticas del valor promediado durante 15 min del nivel de ruido en UL o RSSI y como puede observarse se encuentran por encima de -114dBm que marca el Operador 1 para determinar un RSSI correcto. Como en UMTS, se harán pruebas con cargas y como se observa en las estadísticas (Figura 6-37), el valor instantáneo (promedio durante 30s) del ruido en los tres sectores de L800 se encuentran por encima de -114dBm (Figura 6-38) previo a la conexión de cargas. Tras la conexión de las cargas se puede observar en Figura 6-39 cómo el sistema radiante para L800 queda totalmente aislado y por consiguiente los niveles de ruido en UL pasan a valores mínimos pero como se muestra en Figura 6-40, para dar por validado el sistema radiante se ha de seguir con las pruebas de apagado y disminución de potencia que descarten la existencia de PIM. Como en todas las pruebas, se acompañarán de capturas gráficas del estado previo, modificaciones y posterior vuelta al estado inicial que justifiquen lo descrito en el texto



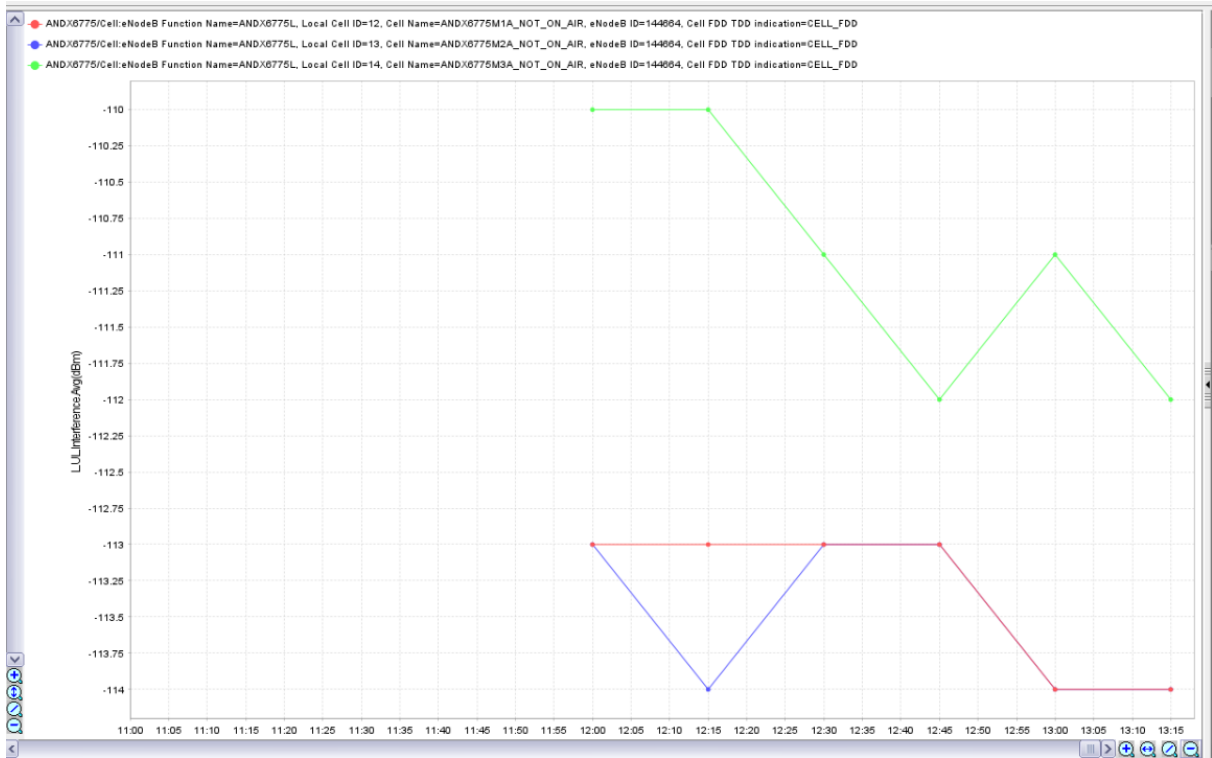


Figura 6-37. Estadísticas<sup>49</sup> RSSI no apto en L800.

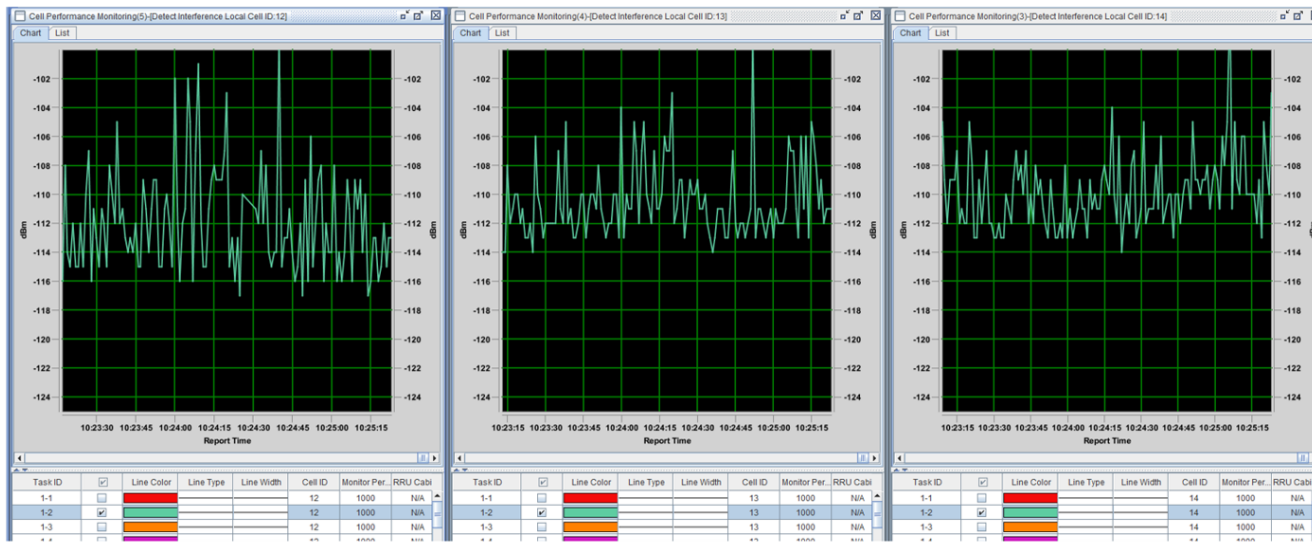


Figura 6-38. Valor instantáneo<sup>50</sup> de RSSI no apto en L800.

<sup>49</sup> Valor promediado durante 15min.

<sup>50</sup> Valor promediado durante 30s.

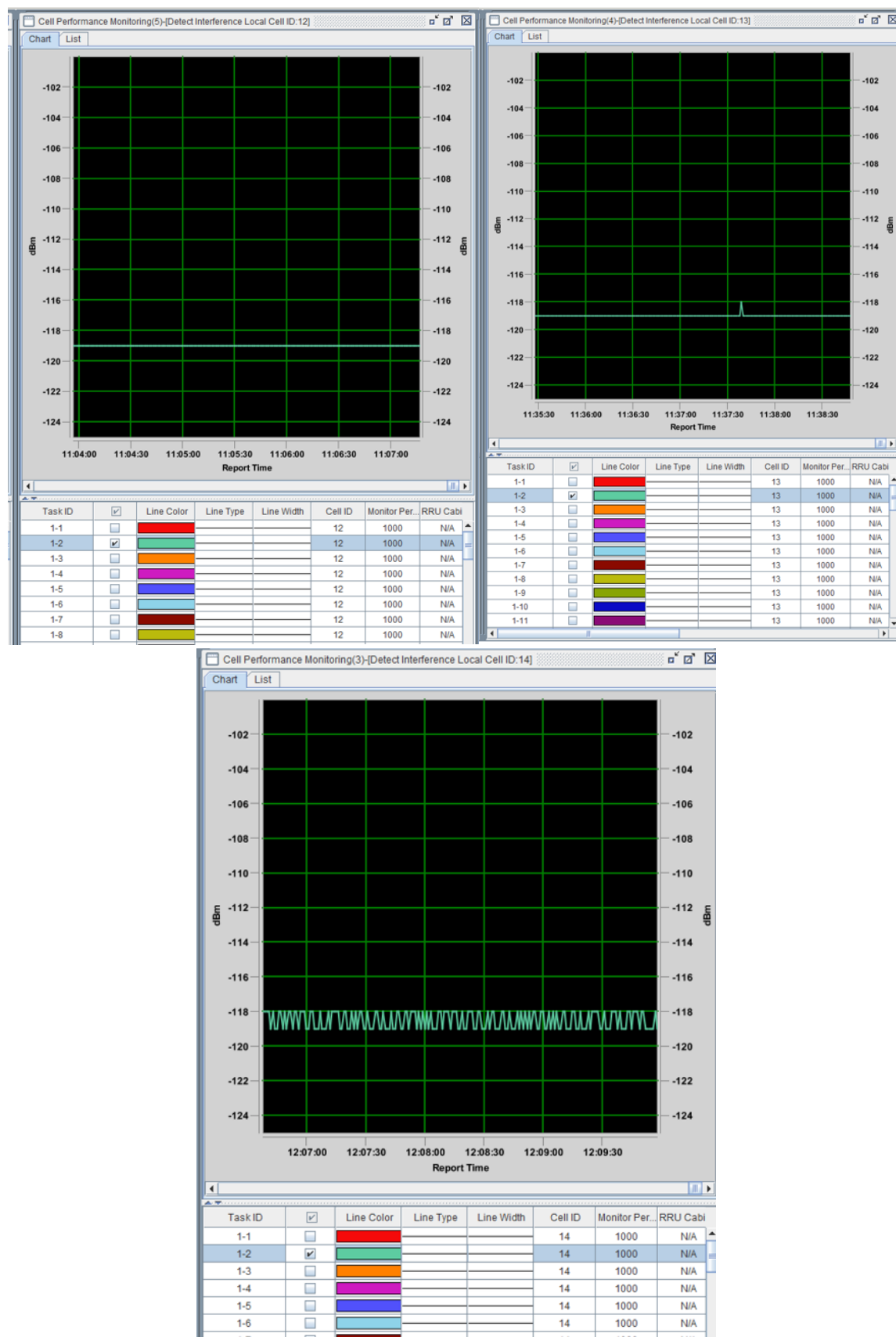


Figura 6-39. Pruebas con cargas ok en L800.

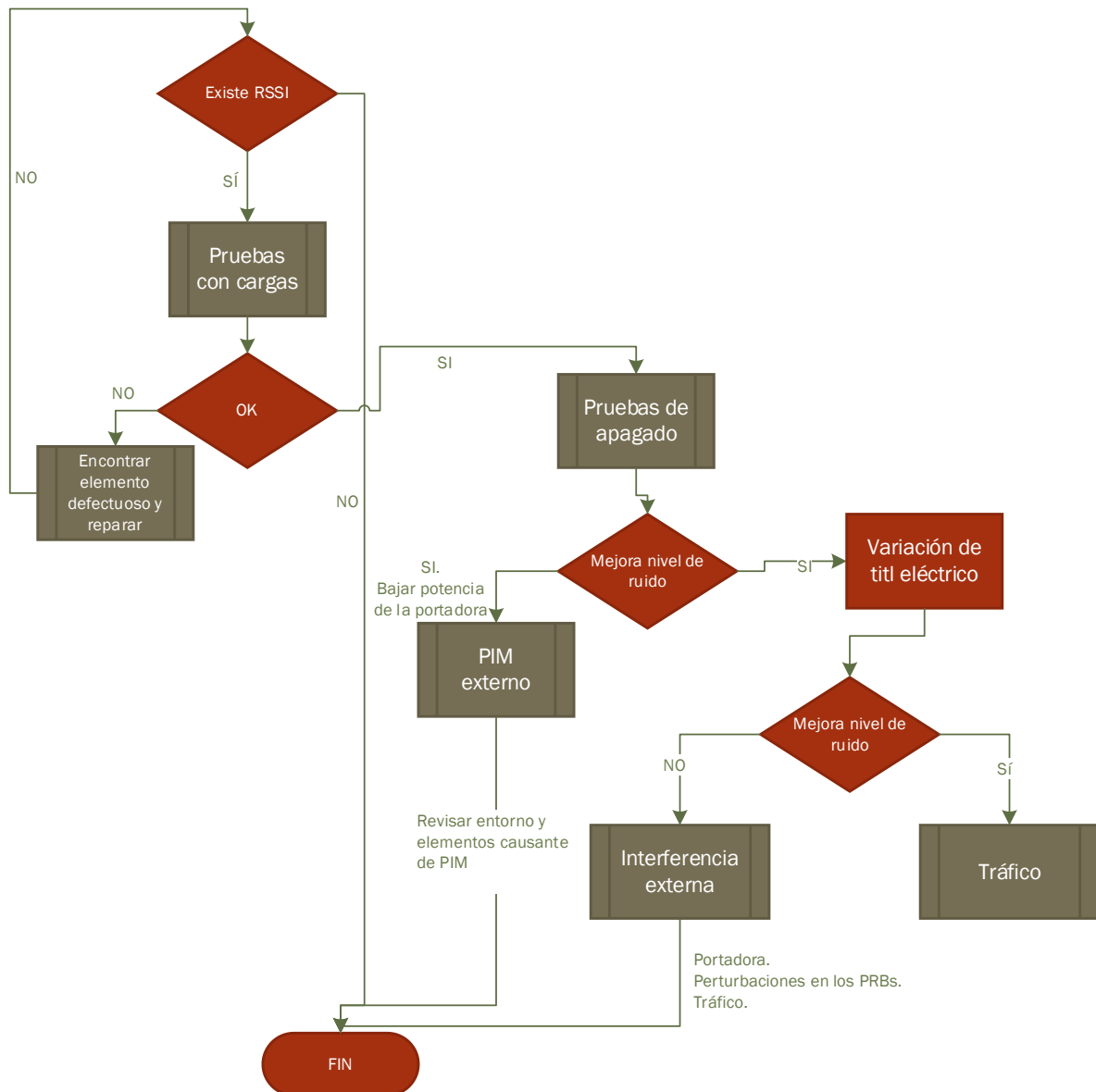


Figura 6-40. Análisis del origen ruido.

### Pruebas de apagado:

- Estadio previo de las celdas: todas las celdas se encuentran en servicio y operando con normalidad
- Estadio previo al apagado (Figura 6-41) en el que todas las celdas se encuentran en servicio y operando con normalidad se obtienen los valores instantáneos de RSSI de Figura 6-42.
- Bloqueando<sup>51</sup> todas las celdas excepto las que presentan ruido (Figura 6-43) se puede descartar la existencia de PIM porque en el instante de bloqueo el nivel de RSSI sube en L800 (Figura 6-44) y cuando todas las celdas quedan finalmente bloqueadas (Figura 6-45) el nivel de RSSI vuelve a bajar. Esto se debe a que las celdas de L800 OSP comienzan a cursar todo el tráfico lo que desencadena en un incremento de ruido en UL, además de ser la banda de LTE con menor bloques de recursos (PRB) hace pensar que el origen del ruido es externo al sistema radiante o debido al tráfico cursado por el nodo LTE.

<sup>51</sup> Bloqueo de celda: celda no cursa tráfico por ella misma ni por handover.

### Reducción de potencia en L800:

- Disminuyendo la potencia a mínimo en L800 que de forma previa, la potencia máxima por celda estaba configurada a 42,7dBm (Figura 6-46) se hace descender hasta lo mínimo que permite la RRU para puertos C y D, 10dBm (Figura 6-47). De nuevo presenta un transitorio en el que el ruido fluctúa pero instantes más tarde, vuelve a valores previous (Figura 6-48).

Tras las acciones de apagado en bandas no afectadas de ruido y bajada de potencia en portadoras afectadas por RSSI queda descartado la existencia de PIM y por tanto se da marcha atrás para volver a la configuración anterior. Durante este proceso se vuelve a observar el comportamiento que se indicó durante el apagado pero en esta ocasión a la inversa, observando una disminución del RSSI causado por la puesta en servicio del resto de celdas en el nodo y de esta forma compartir el tráfico. Este comportamiento se puede observar en Figura 6-49 en la que de forma aproximada:

- Existe Mejora de 3dB entre niveles de RSSI con nodo apagado y encendido en S1 L800 (gráfico derecho).
- Mejora de 4dB en entre niveles de RSSI con nodo apagado y encendido en S2 de L800 (gráfico central).
- Mejora de 2dB en entre niveles de RSSI con nodo apagado y encendido en S3 de L800 (gráfico izquierdo).

Cell List

Operation	Base Station Name	RAT	Cell ID	Cell Name	Administrative Status	Activation Status	Operating Status	Availability Status	Information
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(FDD)	12	ANDX6775M1A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(FDD)	13	ANDX6775M2A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(FDD)	14	ANDX6775M3A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(NB-IoT)	160	ANDX6775C1A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(NB-IoT)	161	ANDX6775C2A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(NB-IoT)	162	ANDX6775C3A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(FDD)	6	ANDX6775N1A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(FDD)	7	ANDX6775N2A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775L@ANDX6775	LTE(FDD)	8	ANDX6775N3A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775S@ANDX6775	GSM	101	A6775E1	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775S@ANDX6775	GSM	111	A6775E2	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775S@ANDX6775	GSM	112	A6775E3	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775S@ANDX6775	UMTS	35872	A6775F1	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775S@ANDX6775	UMTS	35873	A6775F2	Unlocked	Active	Active	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775S@ANDX6775	UMTS	35874	A6775F3	Unlocked	Active	Active	Normal	

Figura 6-41. Estado previo al apagado de celdas.

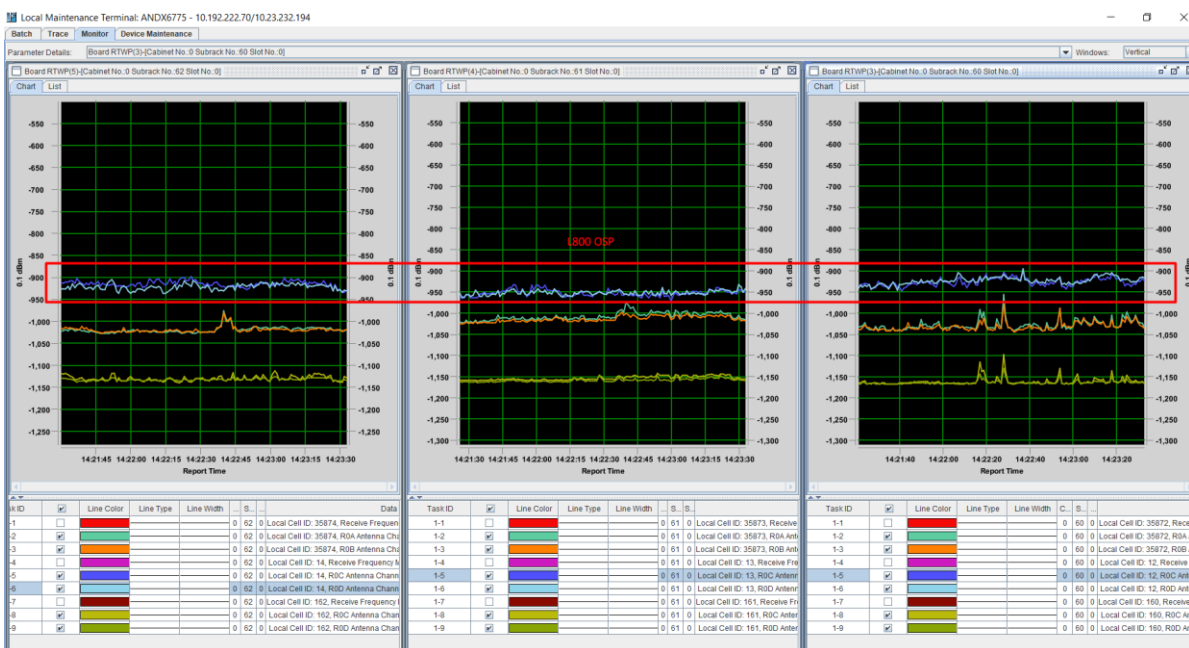


Figura 6-42. Estado previo del RSSI instantáneo.

Operation	Base Station Name	RAT	Cell ID	Cell Name	Administrative Status	Activation Status	Operating Status	Availability Status	Information
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(FDD)	12	ANDX6775M1A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Normal	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(FDD)	13	ANDX6775M2A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Normal	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(FDD)	14	ANDX6775M3A_NOT_ON_AIR	Unlocked	Active	Normal	Normal	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(NB-IoT)	160	ANDX6775C1A_NOT_ON_AIR	Locked	Active	Disable	Invalid	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(NB-IoT)	161	ANDX6775C2A_NOT_ON_AIR	Locked	Active	Disable	Invalid	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(NB-IoT)	162	ANDX6775C3A_NOT_ON_AIR	Locked	Active	Disable	Invalid	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(FDD)	6	ANDX6775N1A_NOT_ON_AIR	Locked	Active	Disable	Invalid	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(FDD)	7	ANDX6775N2A_NOT_ON_AIR	Locked	Active	Disable	Invalid	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	LTE(FDD)	8	ANDX6775N3A_NOT_ON_AIR	Locked	Active	Disable	Invalid	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	GSM	101	A6775E1	Locked	Active	Disable	Fault	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	GSM	111	A6775E2	Locked	Active	Normal	Fault	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	GSM	112	A6775E3	Locked	Active	Disable	Fault	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	UMTS	35872	A6775F1	Locked	Active	Disable	Fault	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	UMTS	35873	A6775F2	Locked	Active	Disable	Fault	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	UMTS	35874	A6775F3	Locked	Active	Disable	Fault	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	NR(FDD)	500	ANDX6775W1A	Locked	Active	Disable	Invalid	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	NR(FDD)	501	ANDX6775W2A	Locked	Active	Disable	Invalid	
<input type="checkbox"/>	ANDX6775g@ANDX6775	NR(FDD)	502	ANDX6775W3A	Locked	Active	Disable	Invalid	

Figura 6-43. Celdas bloqueadas excepto las afectadas por RSSI (L800).

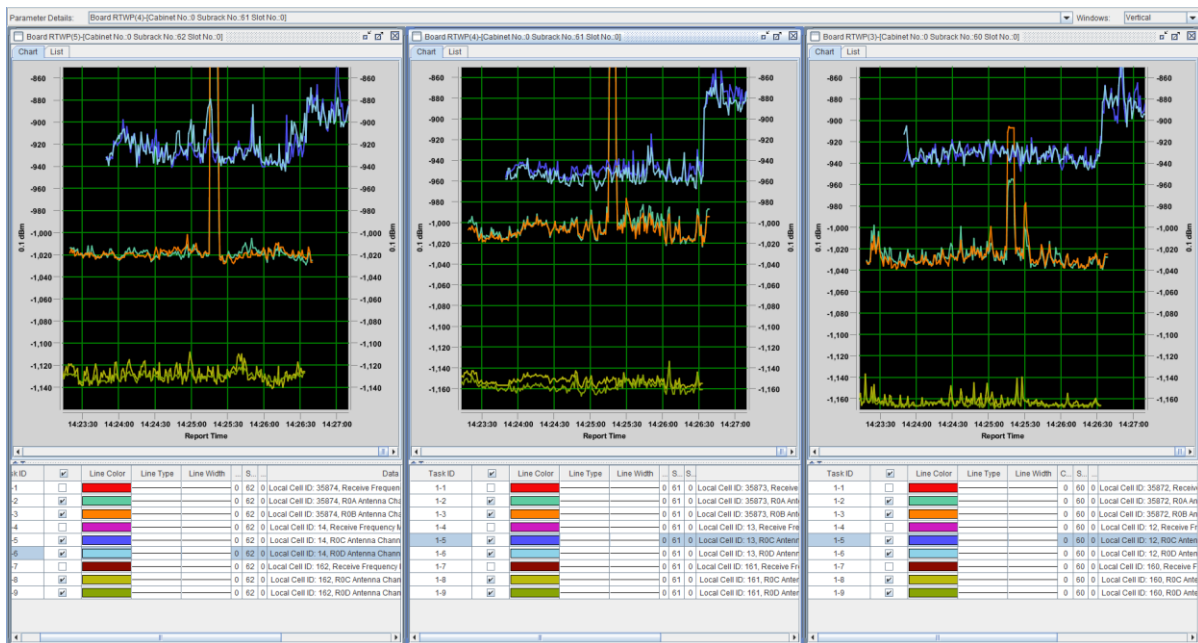


Figura 6-44. Comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800.

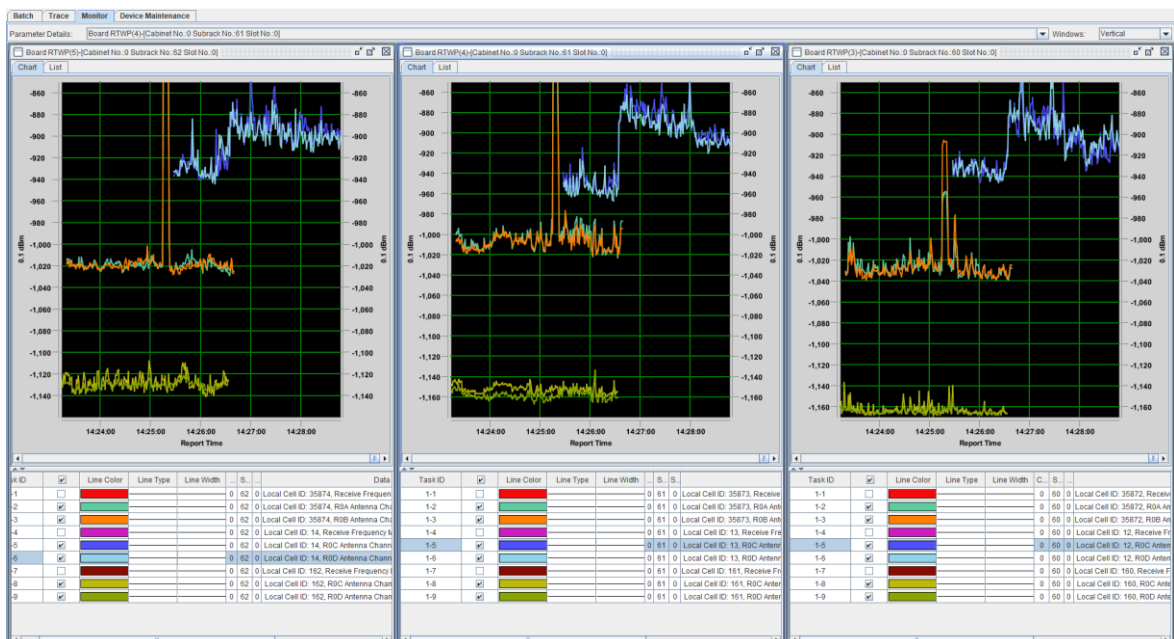


Figura 6-45. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800.





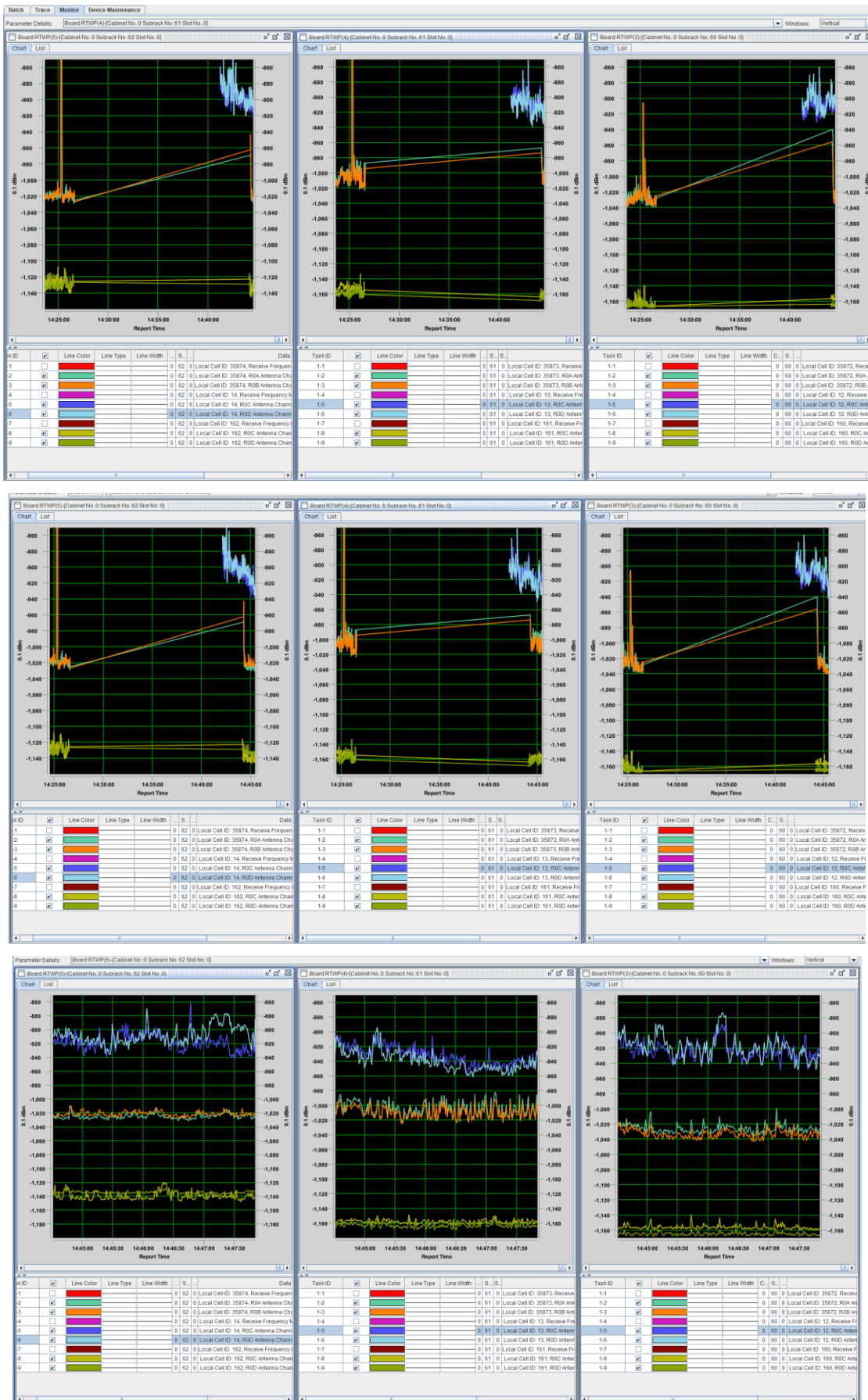


Figura 6-49. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800 tras encendido.

### Variación Tilt eléctrico: pruebas unitarias para comprobar que el ruido en L800 se deba al tráfico:

- Estado previo tilt eléctrico para (S1, S2, S3) es (5°, 10°, 3°) en Figura 6-50.
- Máximo tilt eléctrico para (S1, S2, S3) es (14°, 14°, 14°) en Figura 6-51.
- Mínimo tilt eléctrico para para (S1, S2, S3) es (0°, 0°, 0°) en Figura 6-52.
- Salvo, S1 que sí ve modificado el su patrón de ruido (Figura 6-53), pero no lo hace de forma drástica, el resto de los sectores no sufre variación del ruido medio, este hecho descarta que sea el tráfico el causante del ruido en L800.
- Se vuelve a situación previa para (S1, S2, S3) es (5°, 10°, 3°) en Figura 6-54.

```
DSP RETSUBUNIT:
ANDX6775
+++ ANDX6775 2021-01-07 14:50:26
OBM #26617
%%/*1879297671*/DSP RETSUBUNIT:;%
RETCODE = 0 Operation succeeded.

Display RET Subunit Dynamic Information
-----
Device No. Device Name Subunit No. Subunit Name Online Status Actual Tilt(0.1degree) Actual Sector ID RET Configuration Data File Name Configuration Data File Load Time
0 RET_800_S1 1 RET_800_S1 AVAILABLE 50 NULL NULL NULL
1 RET_900_S1 1 RET_900_S1 AVAILABLE 50 NULL NULL NULL
2 RET_MM1800AC_S1 1 RET_MM1800AC_S1 AVAILABLE 50 NULL NULL NULL
3 RET_MM1800BD_S1 1 RET_MM1800BD_S1 AVAILABLE 50 NULL NULL NULL
6 RET_800_S2 1 RET_800_S2 AVAILABLE 100 NULL NULL NULL
7 RET_900_S2 1 RET_900_S2 AVAILABLE 80 NULL NULL NULL
8 RET_MM1800AC_S2 1 RET_MM1800AC_S2 AVAILABLE 40 NULL NULL NULL
9 RET_MM1800BD_S2 1 RET_MM1800BD_S2 AVAILABLE 40 NULL NULL NULL
12 RET_800_S3 1 RET_800_S3 AVAILABLE 30 NULL NULL NULL
13 RET_900_S3 1 RET_900_S3 AVAILABLE 30 NULL NULL NULL
14 RET_MM1800AC_S3 1 RET_MM1800AC_S3 AVAILABLE 30 NULL NULL NULL
15 RET_MM1800BD_S3 1 RET_MM1800BD_S3 AVAILABLE 30 NULL NULL NULL
(Number of results = 12)

--- END
```

Figura 6-50. EDT previo en L800.

```
DSP RETSUBUNIT:
ANDX6775
+++ ANDX6775 2021-01-07 14:52:55
OBM #26633
%%/*1879297681*/DSP RETSUBUNIT:;%
RETCODE = 0 Operation succeeded.

Display RET Subunit Dynamic Information
-----
Device No. Device Name Subunit No. Subunit Name Online Status Actual Tilt(0.1degree) Actual Sector ID RET Configuration Data File Name Configuration Data File Load Time
0 RET_800_S1 1 RET_800_S1 AVAILABLE 140
1 RET_900_S1 1 RET_900_S1 AVAILABLE 50
2 RET_MM1800AC_S1 1 RET_MM1800AC_S1 AVAILABLE 50
3 RET_MM1800BD_S1 1 RET_MM1800BD_S1 AVAILABLE 50
6 RET_800_S2 1 RET_800_S2 AVAILABLE 140
7 RET_900_S2 1 RET_900_S2 AVAILABLE 80
8 RET_MM1800AC_S2 1 RET_MM1800AC_S2 AVAILABLE 40
9 RET_MM1800BD_S2 1 RET_MM1800BD_S2 AVAILABLE 40
12 RET_800_S3 1 RET_800_S3 AVAILABLE 140
13 RET_900_S3 1 RET_900_S3 AVAILABLE 30
14 RET_MM1800AC_S3 1 RET_MM1800AC_S3 AVAILABLE 30
15 RET_MM1800BD_S3 1 RET_MM1800BD_S3 AVAILABLE 30
(Number of results = 12)

--- END
```

Figura 6-51. Máximo EDT para antena ASI4518R16v06 en L800

```
DSP RETSUBUNIT:
ANDX6775
+++ ANDX6775 2021-01-07 14:55:59
OBM #26643
%%/*1879297689*/DSP RETSUBUNIT:;%
RETCODE = 0 Operation succeeded.

Display RET Subunit Dynamic Information
-----
Device No. Device Name Subunit No. Subunit Name Online Status Actual Tilt(0.1degree) Actual Sector ID RET Configuration Data File Name Configuration Data File Load Time
0 RET_800_S1 1 RET_800_S1 AVAILABLE 0
1 RET_900_S1 1 RET_900_S1 AVAILABLE 50
2 RET_MM1800AC_S1 1 RET_MM1800AC_S1 AVAILABLE 50
3 RET_MM1800BD_S1 1 RET_MM1800BD_S1 AVAILABLE 50
6 RET_800_S2 1 RET_800_S2 AVAILABLE 0
7 RET_900_S2 1 RET_900_S2 AVAILABLE 80
8 RET_MM1800AC_S2 1 RET_MM1800AC_S2 AVAILABLE 40
9 RET_MM1800BD_S2 1 RET_MM1800BD_S2 AVAILABLE 40
12 RET_800_S3 1 RET_800_S3 AVAILABLE 0
13 RET_900_S3 1 RET_900_S3 AVAILABLE 30
14 RET_MM1800AC_S3 1 RET_MM1800AC_S3 AVAILABLE 30
15 RET_MM1800BD_S3 1 RET_MM1800BD_S3 AVAILABLE 30
(Number of results = 12)

--- END
```



Figura 6-52. Máximo EDT para antena ASI4518R16v06 en L800

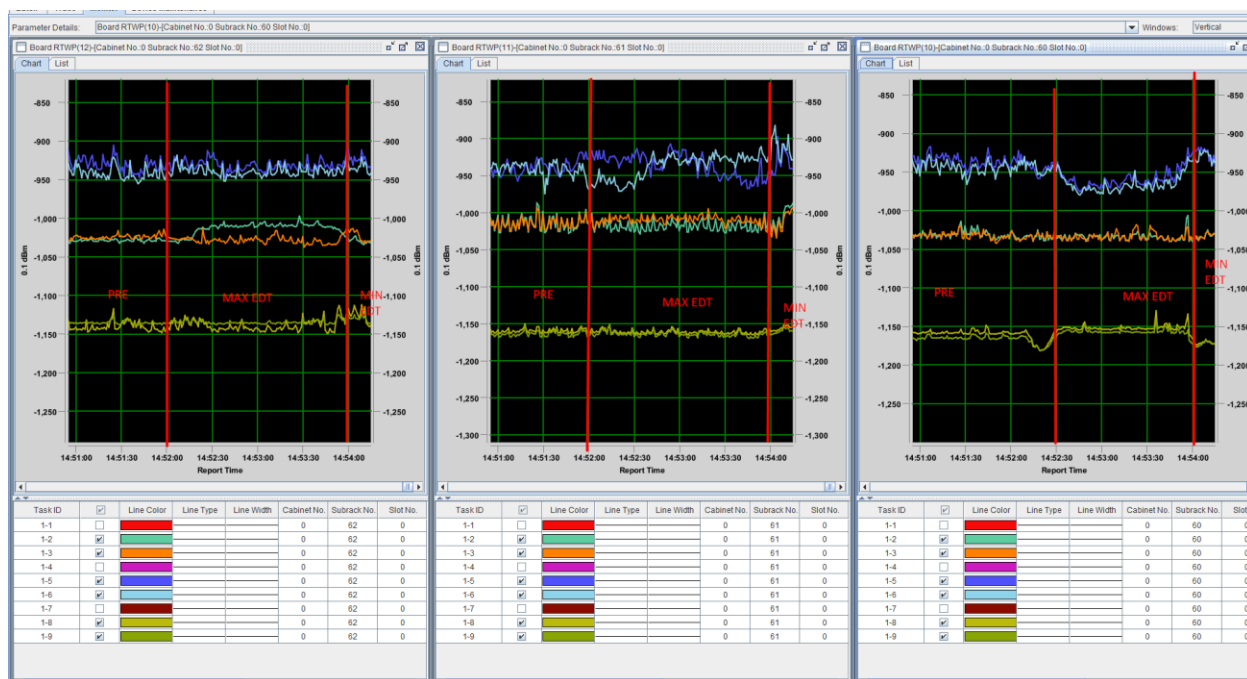


Figura 6-53. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800 tras variación de til.

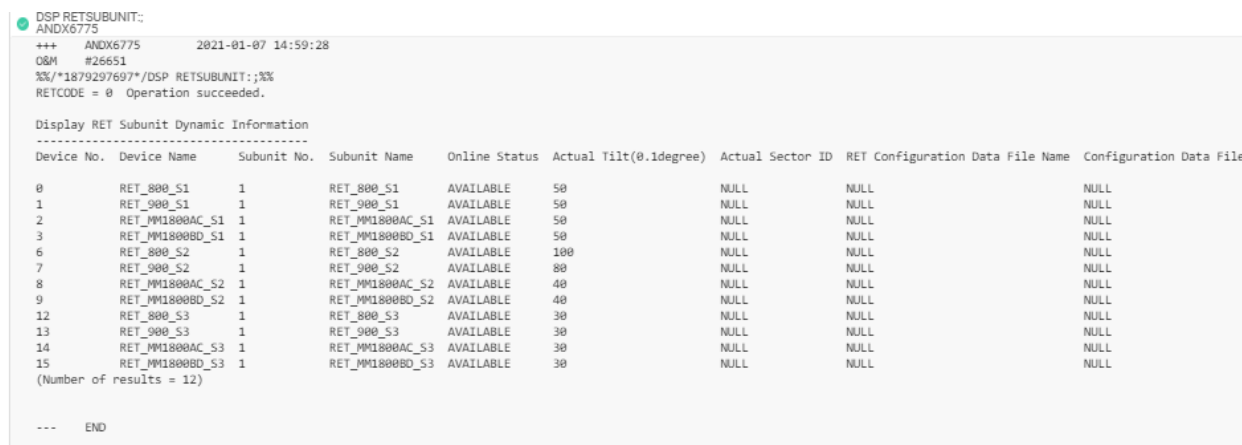


Figura 6-54. Evolución del comportamiento instantáneo del nivel de RSSI en L800

- **Análisis de frecuencia 3G:** el gestor nos permite examinar el espectro de frecuencia por medio de su modulo FFT. Para U900, no se observan portadoras o interferencias externas en Figura 6-54.
- **Análisis de portadora 4G:** examinando el espectro de L800 en Operador 1 (832MhZ-842,3 MhZ) en cada uno de los sectores de Figura 6-56 a Figura 6-57 se puede observar cómo en todos los sectores existen picos pronunciados o portadoras externas que se cuelan en su espectro y que lo desdibujan.

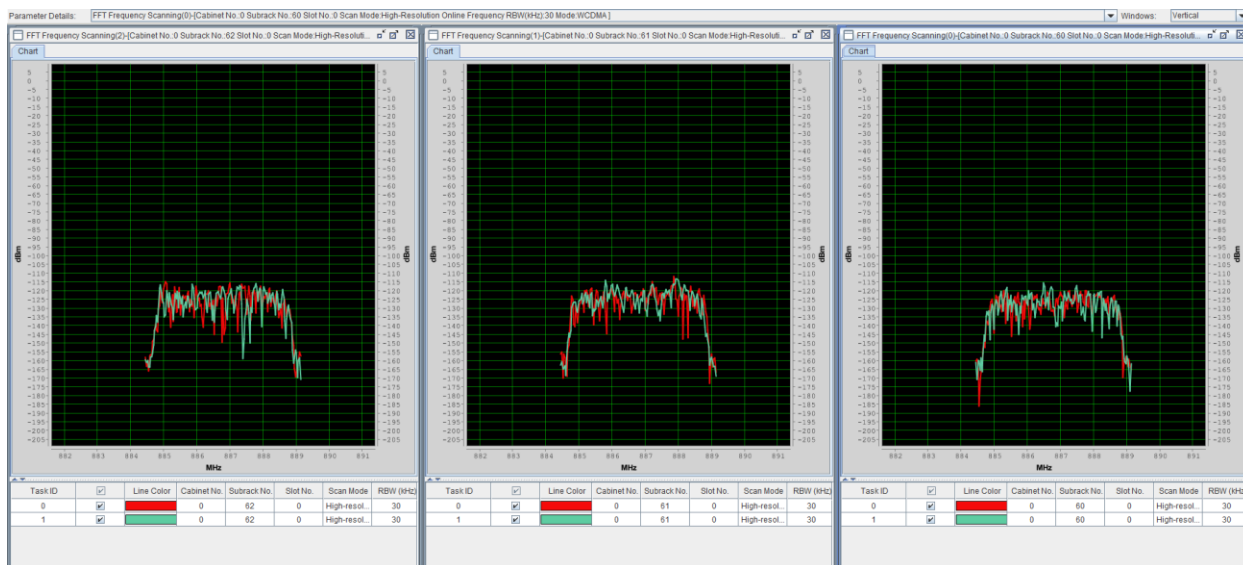


Figura 6-55. Análisis de portadoras en módulo FFT para U900

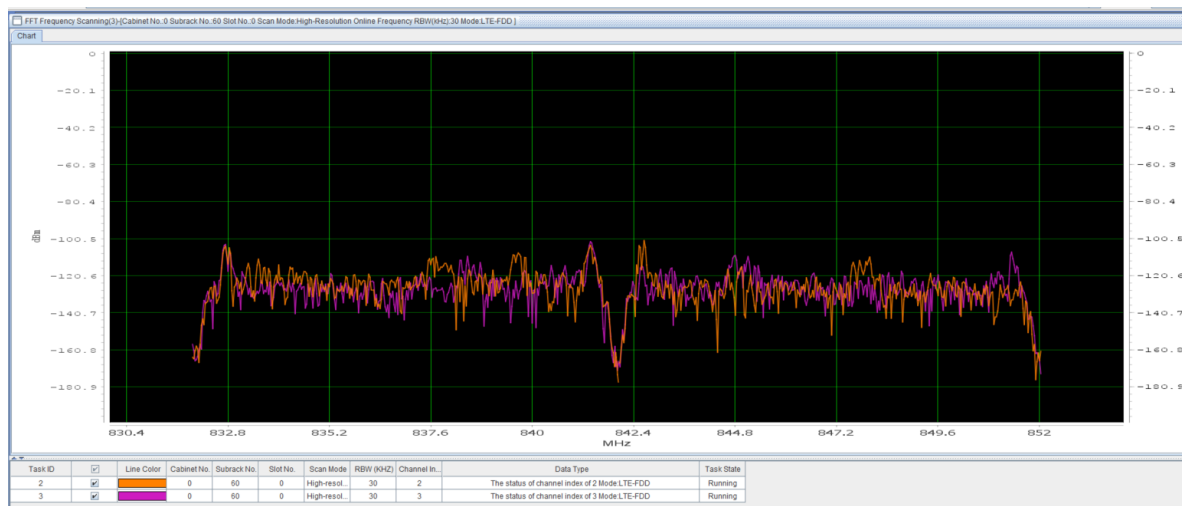


Figura 6-56. Análisis de portadoras en módulo FFT para sector 1 L800



Figura 6-57. Análisis de portadoras en módulo FFT para sector 2 L800

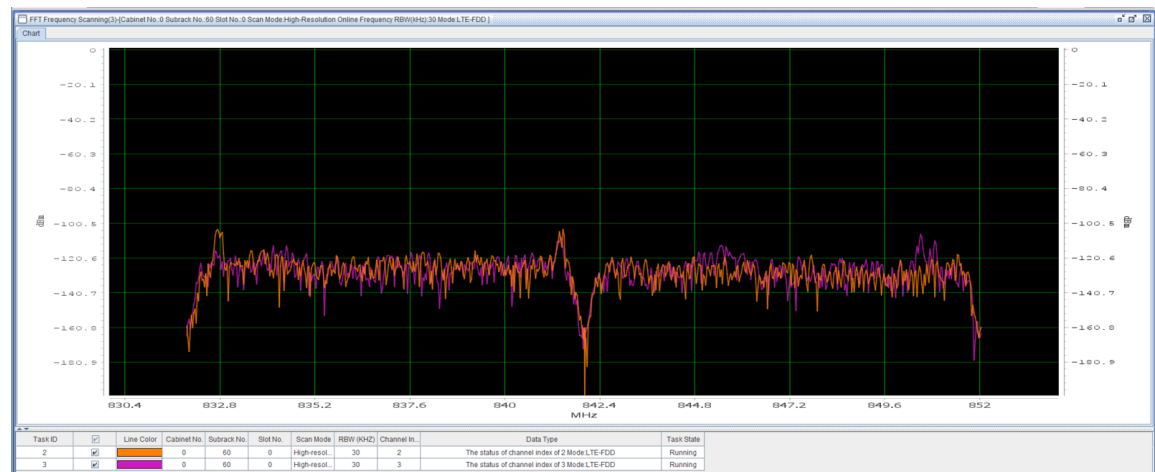


Figura 6-58. Análisis de portadoras en módulo FFT para sector 3 L800

- **ROE:** a través del comando DSP VSWR se pueden obtener los valores medios de ROE en el nodo y como se puede comprobar en Figura 6-59 (ya se vió en panel de alarmas en Figura 6-31) existe un valor de ROE = 1,85 > 1,5 en boca C de radio 1800/2100 del sector 3. Al ser un defecto de instalación precisará de vista en local para solucionarlo o buscar el origen del problema.

```
OBM #26515
%%/*1879297641*/DSP VSWR:;%%
RETCODE = 0 Operation succeeded.
```

Cabinet No.	Subrack No.	Slot No.	TX Channel No.	VSWR(0.01)
0	60	0	0	115
0	60	0	1	NULL
0	60	0	2	112
0	60	0	3	112
0	61	0	0	119
0	61	0	1	NULL
0	61	0	2	106
0	61	0	3	105
0	62	0	0	121
0	62	0	1	NULL
0	62	0	2	104
0	62	0	3	103
0	181	0	0	113
0	181	0	1	110
0	181	0	2	109
0	181	0	3	106
0	182	0	0	112
0	182	0	1	110
0	182	0	2	107
0	182	0	3	107
0	183	0	0	113
0	183	0	1	112
0	183	0	2	105
0	183	0	3	112

(Number of results = 24)

Figura 6-59. Valores del coeficiente de onda estacionaria.

6.3.2 Estadísticas

Según el proceso descrito en Figura 6-29, en paralelo a la redacción de los informes de fase 1 y 2 se deben obtener estadísticas de los indicadores claves de rendimiento que garanticen que la calidad básica del servicio (Figura 6-60), no se haya visto comprometida tras los trabajos de integración. Además, servirán para obtener el aprobado del cliente.

- KPI 4H: se obtendrán tras 4 horas (Figura 6-60) vencidas desde que se dieron por concluidos los trabajos. Su fin es descartar lo más temprano posible un mal comportamiento o degradaciones en red
- KPI 48H tras intercambio: se obtendrán tras 48 horas vencidas desde que se dieron por concluidos los trabajos. Su finalidad es obtener el acumulado que permiten obtener una información más descriptiva de los mismos, sus métricas se compararán con el acumulado de la *semana anterior a la integración*  $\pm 2 \times$  *desviación estándar* donde:

- $desviación\ estándar = \frac{\sum_1^n |X_i - \bar{X}|}{N}$ ;
  - $N = n^o\ de\ observaciones$
  - $X_i = Observación\ i\ de\ la\ variable\ X$
  - $\bar{X} = media\ de\ la\ variable\ X.$
- Semana anterior a la integración descartando fines de semana.

AND87300				Celdas 4G					
				AND87300M1A		AND87300M2A		AND87300M3A	
GROUP		KPI	KPI Target	KPI VALUE	Cumple	KPI VALUE	Cumple	KPI VALUE	Cumple
1	DCR Voice	1 2G CDR CS (%)	< 5%						
		2 3G CDR CS (%)	< 5%						
		3 4G DCR CS (VoLTE) (%)	< 5%	0,00%	OK	0,00%	OK	0,00%	OK
2	CSSR Voice	4 2G CSSR CS (%)	> 90%						
		5 3G CSSR CS (%)	> 90%						
		6 4G CSSR CS (VoLTE) (%)	> 90%	100,00%	OK	99,86%	OK	99,92%	OK
3	CSSR Data	7 2G CSSR PS (%)	> 90%						
		8 3G CSSR PS (%)	> 90%						
		9 4G CSSR PS (%)	> 90%	99,77%	OK	99,74%	OK	99,75%	OK
4	Traffic Volume	10 2G Initiated calls	> 0						
		11 3G Initiated calls	> 0						
		12 4G Initiated calls (VoLTE)	> 0	1,00	OK	3,00	OK	35,00	OK
		13 2G DL Data traffic (KB)	Accountable Traffic						
		14 2G UL Data traffic (KB)	Accountable Traffic						
		15 3G DL Data traffic (KB)	Accountable Traffic						
		16 3G UL Data traffic (KB)	Accountable Traffic						
		17 4G Downlink Traffic Volume (MB)	Accountable Traffic	23787,20	OK	16653,22	OK	11332,29	OK
		18 4G Uplink Traffic Volume (MB)	Accountable Traffic	2208,71	OK	2145,17	OK	3087,86	OK
5	RSSI	19 ROE	< 1,5	< 1,5	OK	< 1,5	OK	< 1,5	OK
		20 ICMBand 2G (% Samples >= 3)	1%						
		21 RSSI 3G ( dBm)	-100						
		22 RSSI 4G ( dBm)	-114	-117,00	OK	-116,81	OK	-116,50	OK
6	Availability	23 2G Availability hourly	100%						
		24 3G Availability hourly	100%						
		25 4G Availability hourly	100%	100,00%	OK	100,00%	OK	100,00%	OK
7	Other	26 4G MIMO (Rank2) (%)	> 10%	54,22%	OK	22,00%	OK	18,15%	OK
		27 4G MIMO (Rank4) (%)	> 1%	0,00%	NA	0,00%	NA	0,00%	NA
		28 CSFB E2v	> 0	9,00	OK	23,00	OK	43,00	OK
		29 Intentos HO over X2	> 0	99,66%	OK	99,62%	OK	99,67%	OK
		30 CA PCELL	> 0%	89,63%	OK	30,85%	OK	55,67%	OK
		31 CA SCELL	> 0%	0,44%	OK	0,95%	OK	0,33%	OK
		32 Number of speech disconnections	0						

Figura 6-60. KPI L800 en AND87300

# 7 SISTEMA 5G

5G New Radio (NR) es el estándar inalámbrico que se convertirá en el estándar base para la próxima generación.

## 7.1 Requisitos de los distintos usos del 5G

**Mejora banda ancha móvil (eMBB):** los nuevos requerimientos, tienen una mejora natural a los disponibles en 4G, son específicos para tasas de datos, densidad de tráfico/conexiones, movilidad del usuario, etc. Los escenarios y sus especificaciones de funcionamiento están especificados en

Tabla 7-1. Se espera llegar a tasa por encima de 50Mbps en exteriores y 1Gbps en interiores (5GLAN). La mitad de estos valores para el uplink. También se esperan tasas de 1,2Gbps por avión.

Tabla 7-1. Requisitos de desarrollo para escenarios de una alta tasa de tráfico y densidad

	Scenario	Experience d data rate (DL)	Experience d data rate (UL)	Area traffic capacity (DL)	Area traffic capacity (UL)	Overall user density	Activity factor	UE speed	Coverage
1	Urban macro	50 Mbit/s	25 Mbit/s	100 Gbit/s/km <sup>2</sup> (note 4)	50 Gbit/s/km <sup>2</sup> (note 4)	10 000/km <sup>2</sup>	20 %	Pedestrians and users in vehicles (up to 120 km/h)	Full network (note 1)
2	Rural macro	50 Mbit/s	25 Mbit/s	1 Gbit/s/km <sup>2</sup> (note 4)	500 Mbit/s/km <sup>2</sup> (note 4)	100/km <sup>2</sup>	20 %	Pedestrians and users in vehicles (up to 120 km/h)	Full network (note 1)
3	Indoor hotspot	1 Gbit/s	500 Mbit/s	15 Tbit/s/km <sup>2</sup>	2 Tbit/s/km <sup>2</sup>	250 000/km <sup>2</sup>	note 2	Pedestrians	Office and residential (note 2) (note 3)
4	Broadband access in a crowd	25 Mbit/s	50 Mbit/s	[3,75] Tbit/s/km <sup>2</sup>	[7,5] Tbit/s/km <sup>2</sup>	[500 000]/km <sup>2</sup>	30 %	Pedestrians	Confined area
5	Dense urban	300 Mbit/s	50 Mbit/s	750 Gbit/s/km <sup>2</sup> (note 4)	125 Gbit/s/km <sup>2</sup> (note 4)	25 000/km <sup>2</sup>	10 %	Pedestrians and users in vehicles (up to 60 km/h)	Downtown (note 1)
6	Broadcast-like services	Maximum 200 Mbit/s (per TV channel)	N/A or modest (e.g. 500 kbit/s per user)	N/A	N/A	[15] TV channels of [20 Mbit/s] on one carrier	N/A	Stationary users, pedestrians and users in vehicles (up to 500 km/h)	Full network (note 1)
7	High-speed train	50 Mbit/s	25 Mbit/s	15 Gbit/s/train	7,5 Gbit/s/train	1 000/train	30 %	Users in trains (up to 500 km/h)	Along railways (note 1)
8	High-speed vehicle	50 Mbit/s	25 Mbit/s	[100] Gbit/s/km <sup>2</sup>	[50] Gbit/s/km <sup>2</sup>	4 000/km <sup>2</sup>	50 %	Users in vehicles (up to 250 km/h)	Along roads (note 1)
9	Airplanes connectivity	15 Mbit/s	7,5 Mbit/s	1,2 Gbit/s/plane	600 Mbit/s/plane	400/plane	20 %	Users in airplanes (up to 1 000 km/h)	(note 1)

NOTE 1: For users in vehicles, the UE can be connected to the network directly, or via an on-board moving base station.

NOTE 2: A certain traffic mix is assumed; only some users use services that require the highest data rates.

NOTE 3: For interactive audio and video services, for example, virtual meetings, the required two-way end-to-end latency (UL and DL) is 2-4 ms while the corresponding experienced data rate needs to be up to 8K 3D video [300 Mbit/s] in uplink and downlink.

NOTE 4: These values are derived based on overall user density.

NOTE 5: All the values in this table are targeted values and not strict requirements.

- **Comunicaciones críticas (CC), ultrafiabiles y de baja latencia (URLLC):** en la actualidad cada vez son más demandados el soporte con una muy baja latencia y ultra fiable servicio de comunicaciones. La letencia del servicio 5G depende del retraso de la interfaz radio dentro del sitema 5G. Esto se contraresta a través del Edge Computing.
- **Internet de las cosas masivo (mIoT):** escenarios en los que los máquinas y dispositivos estén conectados serán más habituales, en los que se dará soporte a grandes densidades de tráfico.
- **Operaciones flexibles sobre la red:** como slicing o división de la red que permite una mayor escalabilidad y movilidad diversa. También, seguridad, eficiencia y futuras migraciones.

Todas estas mejoras permiten que el 5G sea una tecnología que conecte a dispositivos, máquinas además de personas (4G). Lo que hace que permita su uso en industrias verticales como lo son:

- Automoción y otros transportes (trenes, comunicaciones marítimas),
- Transportes, logísticas,
- Automatización,
- Distribución eléctrica,
- Seguridad social,
- Smart cities o ciudades inteligentes,
- Medio de comunicación y entretenimiento.

Para medir una ruta de migración, el sistema 5G (5GS), permite el desempeño de la generación anterior 4G o EPS y sus respectivas mejoras desde su lanzamiento.

## 7.2 Arquitectura sitema 5G

La principal característica del sitema 5G es la introducción de una nueva interfaz radio, New Radio (NR) que ofrece la flexibilidad necesaria los distintos servicios expuestos anteriormente. Motivo por el que Operador 1 y Operador 2 dieron comienzo al proyecto de actualización descrito en las secciones anteriores.

Este Proyecto comenzó durante el ultimo cuatrimestre de 2019, ya que otras de las características de la red de acceso, como se ha visto, es que no solo estará conectado a la red core 5G, arquitectura SA o standaolone. También al la red core de la generación anterior, arquitectura NSA o NonStandalone. Desde mediados de 2020, concretamente el tercer cuatrimestre Q3, están siendo integradas y activadas portadoras basadas en la segunda tipología de arquitectura.

### 7.2.1 Arquitectura NSA vs SA

- La arquitectura Non-Stand Alone o NSA (Figura 7-1), emplea la nueva red de acceso radio (NR) en conjunto con la infraestructura Core existente del LTE basada en conmutación evolucionada de paquetes. En esta configuración, solo el 4G es soportado pero soportando los beneficios de la nueva interfaz radio, como los son la baja latencia, alta fiabilidad, etc. A esta arquitectura también se le conoce como “E-UTRA-NR Dual Connectivity (EN-DV) y puede ser vista como un paso temporal hacia una arquitectura pura de 5G o 5G SA.

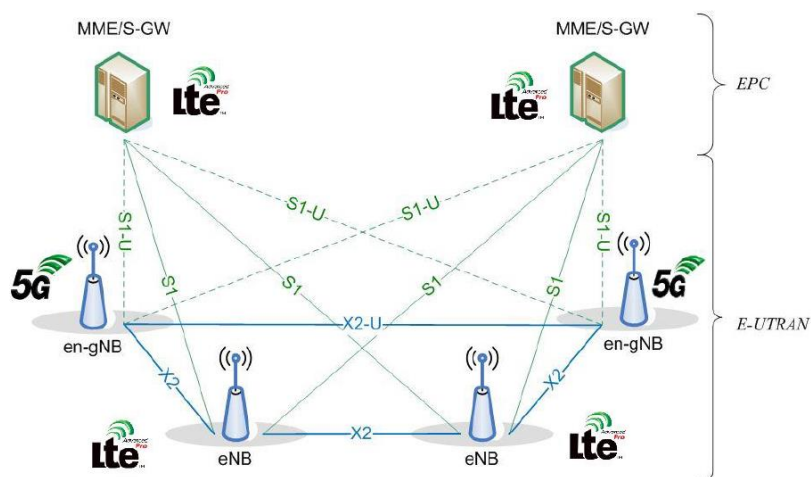


Figura 7-1. Arquitectura, simplificada, 5G NSA

- La arquitectura Stand-Alone o SA (Figura 7-2), sí conectará la nueva interfaz radio (NR) con el core 5G. La nueva estación base se denomina, nodo lógico (gNB). Estos se mantienen conectados mediante la interfaz Xn con otros gNB y hacia el core (5GC) por interfaz NG.

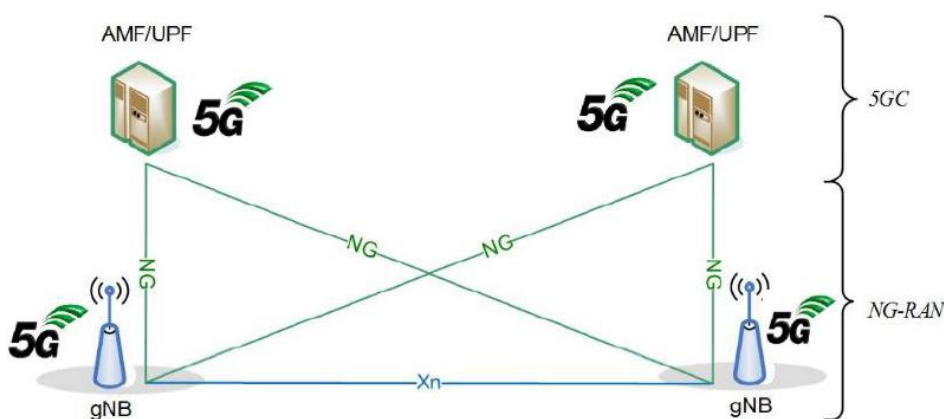


Figura 7-2. Arquitectura 5G SA

## 7.2.2 Core sistema 5G (5GC o 5GCN)

El despliegue de arquitectura SA se compone de equipo de usuario, red de acceso y red del core (Figura 7-3).

Se basa en una arquitectura segmentada en servicios (SBA) dónde los elementos son divididos en términos de funciones de red (NF) en lugar de las tradicionales entidades de red. Facilitando de este modo la aplicación del slicing que permite ofrecer una red modular y reusable.

En Figura 7-3 Se describe de manera general la arquitectura implementada en core 5G.

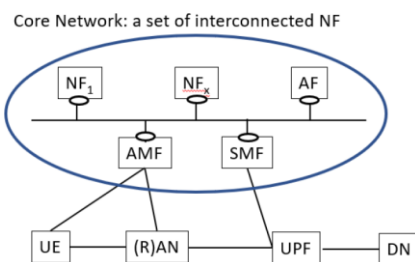


Figura 7-3. Arquitectura Core 5G.

- UE: equipo de usuario
- RAN: red de acceso radio
- UPF: función de plano de usuario. Gestiona los datos del UE.
- NF: funciones de red notables:
  - AF: función de aplicación
  - AMF: gestión de acceso y movilidad. Da acceso a la UE y RAN
  - SMF: Función de gestión de sesión. Da acceso a UPF.

La arquitectura SBA permite un enfoque de implementación virtualizado. Hasta el punto de que una instancia de red (NF) se puede implementar de manera distribuida, independiente y/o escalable.

#### 7.2.2.1 Principales NFs

- **AMF:** Da soporte a los equipos de usuarios con las necesidades de movilidad. Desempeña las siguientes tareas:
  - Terminación de señalización de la capa NAS, que permite conectar UE y AMF.
  - Seguridad a capa NAS
  - Control de acceso a AS.
  - Señalización entre cores para la movilidad entre las distintas redes.
  - Accesibilidad al UE en modo inactivo (incluido el control y ejecución del paging).
  - Gestión del registro por áreas.
  - Soporte de movilidad intra e inter Sistema 5G.
  - Autenticación de accesos.
  - Gestión del roaming.
  - Control gestión movilidad
  - Soporte al slicing de la red.
  - Selección de SMF.
- **SMF:** junto al AMF, gestionan los esquemas de movilidad personalizada. Desempeña las siguientes tareas:
  - Gestión de session.
  - Asignación y gestión de IP a UE.
  - Selección y control de UPF
  - Configuración de la dirección del tráfico en UPF.
  - Calidad del servicio (QoS)
- **UPF:** gestiona las siguientes tareas:
  - Punto de anclaje para movilidad intra/inter RAT.
  - Sesiones PDU externas de interconexión de redes de datos.



- Reenvío y enrutamiento de paquetes.
- Informe de uso del tráfico.
- Clasificación de enlace ascendente para dar acceso al enrutamiento de los flujos de tráfico a una red de datos.
- Gestión de QoS para planos de usuario.
- Almacenamiento en buffer de paquetes en DL y activación de notificación de datos en UL.
- **NRF:** función de repositorio de red. Da soporte a para la gestión de servicios NF. Registro, baja, autorización y búsqueda.
- **NEF:** función de exposición de red. Proporciona exposición externa de las capacidades de la red.
- **UDM:** gestión de datos unificada. El 5GC soporta arquitectura de almacenamiento de datos y almacenamiento separado. UDR es la base de datos master y UDSF presta almacenamiento dinámico de datos.

### 7.2.2.2 Características principales 5GC

- Edge Computing o computación en el borde: Esto permite seleccionar una UPF lo más próxima al UE y direccionar el tráfico hacia DN más próximo. URLLC.
- Network slicing o red modular: una red modular es un conjunto de elementos de la misma que proporcionan ciertos tipos de servicios communes extremo a extremo.
- Multi-Operator core network o multioperador hacia core: sigue manteniendo características de version anterior en la que se basa el Proyecto padre descrito en secciones 1 a 7.

### 7.2.3 Red de acceso

Consiste en una simple entidad, gNB, conectado a otros gNB mediante Xn y hacia AMF mediante NG (Figura 7-4).

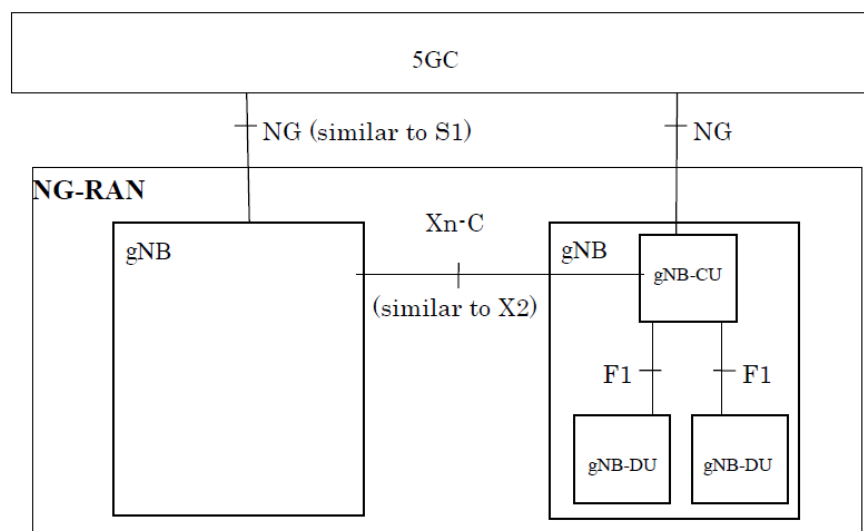


Figura 7-4. Arquitectura Core 5G

La red de acceso NG consiste en un conjunto de gNB conectados a través de la interfaz NG. El gNB puede estar conectado a otro gNB a través de la interfaz Xn. Dicho gNB se divide en:

- Una gNB-unidad central (gNB-CU)
- Una o más gNB-unidad distribuida.

Ambas unidas por interfaz F1.

gNB desempeña las siguientes tareas:

- Funciones de gestión de los recursos radio: control de portadoras, admisión radio, control conexiones de movilidad, asignación dinámica de recursos al UE en UL y DL (planificación).
- Conectividad dual
- Acceso radio a redes sharing.
- Encapsulado IP, encriptación e integridad de los datos.
- Enrutamiento de los datos del plano de usuario hacia AMF.
- Establecimiento y liberación de conexiones.
- Planificación y transmisión de mensajes de paggin.
- Planificación y transmisión de información de difusión.
- Gestión de sesiones
- Gestión del flujo QoS y mapeado de datos de portadoras radio.

### 7.3 Protocolos 5GCN

Los servicios concedidos por los distintos NFs están diseñados como un conjunto de API basadas en torre de protocolos de Figura 7-5:

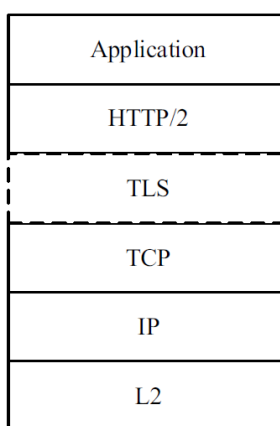


Figura 7-5. Torre protocolos 5G

- Protocolo L2: protocolo de túnel de capa2 (L2TP). Definido en el estándar RFC 2661, aprobado por la IETF.
- IP: protocolo de nivel de red.
- TCP: capa de transporte, especificado en RFC 793 por la IETF.
- TLS: como capa de seguridad de transporte
- HTTP/2: capa de aplicación especificado en RFC 7540 por la IETF.

- JSON: Todo objeto se serializa (convierte) a string o cadena según estandar JSON. Especificado en RFC 8259 por la IETF.
- Se adopta la OpenAPI 3.0.0 como lenguaje de definición de interfaz.

Para facilitar el acoplamiento entre clientes y servidores, el marco RESTful se aplica para el diseño de las API

## 7.4 Interfaces de acceso radio

Las distintas interfaces presentadas en Figura 7-6. Son Xn, NG y F1

### 7.4.1 Interfaz Xn

La interfaz Xn está muy relacionada a su interfaz equivalente en 4G (X2). La interfaz Xn por tanto es una actualización

Funciones:

- E-UTRA-NR conectividad dual. Esta función permite al eNB(4G) solicitar a otro gNB proporcionar recurso radio para cierto UE mientras se responsabiliza de dicho UE.
- Función de reporte de datos de RAT secundario. Esta función permite eNB conseguir volumen de datos UL y DL para el RAT secundario por E-RAB

El protocolo XnAP proporciona las siguientes funciones:

- Actualización de datos de configuración para Xn. Esto permite que dos nodos NG-RAN actualicen los datos del nivel de aplicación en cualquier momento.
- Preparación de handover. Permite el intercambio de información entre fuente y nodos NG-RAN destino para iniciar el traspaso de un determinado UE.
- Cancelación de handover. Esta función permite informar a un nodo NG-RAN, ya preparado, de que no se llevará a cabo el traspaso planificado. Esto implica, la liberación de los recursos reservados durante la preparación.
- Recuperar el contexto del UE desde otro NG-RAN.
- Función de localización o paging. Permite a nodo NG-RAN iniciar la localización para un UE en estado inactivo.
- Control del reenvío de datos.
- Ahorro de energía. Esto permite decrementar el consumo de energía mediante la indicación de la activación/desactivación de la celda sobre la interfaz Xn.

### 7.4.2 Interfaz NG

Relacionada con la interfaz S1 que enlazaba eNB hacia el core de 4G. Ésta será actualizada en caso de EN-DC en el que se debe reportar el uso del RAT secundario.

Gestionado por protocolo NGAP:

- Función de localización o paging. Soporta el envío de solicitud de localización o paging hacia los nodos NG-RAN involucrados en el área objetivo (TA) donde los UE están registrados.
- Gestión de contexto. Permite al AMF y NG-RAN establecer, modificar y liberar el contexto.
- Gestión movilidad. Handover Intra-sistema que permite la movilidad entre NG-RAN. También handover inter-sistema hacia o desde la red 4G. Esto comprende la preparación, ejecución y cierre de handover via NG.
- Sesión PDU. Esta es responsable del establecimiento, modificación y liberación de recursos para el transporte de datos de usuarios una vez que el UE esté en un contexto disponible en el NG-RAN.

- Transporte de de señalización NAS.
- Transmisión de mensajes warining.

7.4.3 Interfaz F1

La interfaz F1 une la subdivisión, lógica, del gNB en gNB-CU y gNB-DU. Cada una de estas entidades alberga los siguientes protocolos:

- gNB-CU: RRC y PDCP
- gNB-DU: RLC, MAC y PHY.

Funciones de protocolo F1AP:

- Gestión del contexto de UE
- Tranferancia de mensajes RRC.
- Funciones de localización o pagging.

7.5 Plano de control red de acceso

La torre de protocolos del plano de control en la red de acceso queda representado en Figura 7-7:

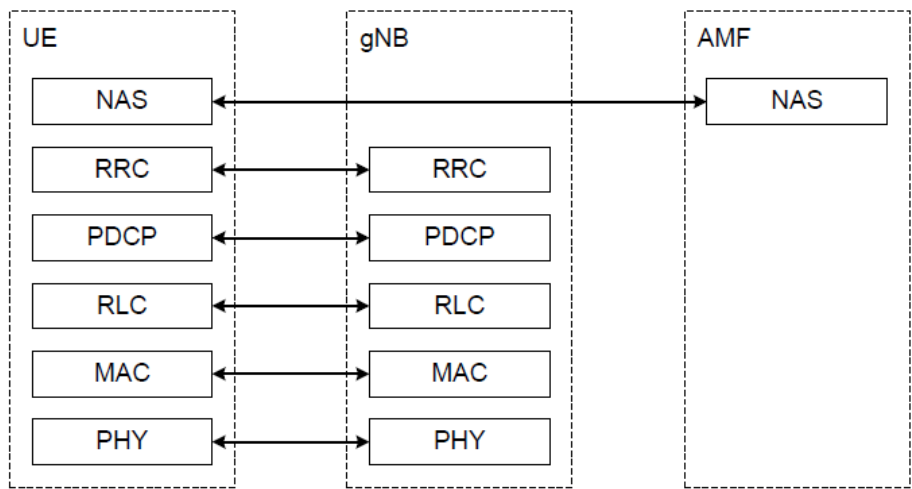


Figura 7-7. Torre protocolos plano de control desde UE hasta AMF.

7.5.1 Capa física

Empela OFDM con prefijo cíclico (CP) para DL. Al contrario que en la generación anterior (4G), también se emplea OFDM en UL. OFDM con precodificado de DFT (transformada de Fourier discreta).

Soporta un amplio rango de frecuencias y ancho de banda de canales, dividido en dos tramos según se indica en Figura 7-8:

Frequency range	Frequency range	Supported channel bandwidth [MHz]
FR1	410 MHz – 7125 MHz	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 90, 100
FR2	24250 MHz – 52600 MHz	50, 100, 200, 400

Figura 7-8. Tramos de frecuencias y anco de bandas en NR.

Para permitir dicha flexibilidad, se emplea una estructura de trama flexible con distintos subespaciados de portadoras (SCS)<sup>52</sup>. Los posibles valores para los distintos SCS son (kHz): 15, 30, 60, 120 y 240.

Una serie consecutiva de 12 subportadoras forma un recurso de bloque (RB). Este es la mínima unidad en ancho banda de canal de NR, que se compone de distintos RBs. Un elemento de recurso se define una unidad de una subportadora (dominio frecuencia) y un símbolo OFDM (dominio tiempo tiempo)

En el dominio del tiempo, se divide en tramas de 10ms. Cada una consiste en 10 subtramas de 1ms como se muestra en la Figura 7-9

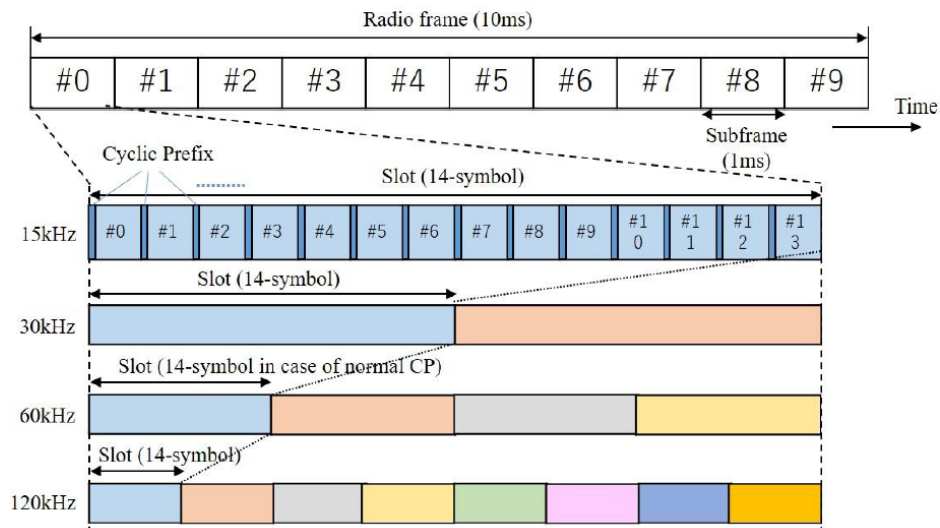


Figura 7-9. Estructura de trama en tiempo.

Cada subtrama consiste en 1,2,4,8 o 16 slots dependiendo del SCS empleado. La figura muestra SCS para 15,30,60 y 120 KHz y cada slot (distinguidos por colores) consiste en 14 símbolos OFDM, independiente de SCS, precedidos del CP. Las distintas combinaciones quedan recogidas en Figura 7-10:

Cyclic Prefix	subcarrier spacing (SCS) [kHz]	Number of subframes per radio frame	Number of slots per subframe	Number of OFDM symbols per slot	Applicable frequency range
normal	15	10	1	14	FR1
normal	30	10	2	14	FR1
normal	60	10	4	14	FR1 and FR2
extended	60	10	4	12	FR1 and FR2
normal	120	10	8	14	FR2
normal	240	10	16	14	FR2

Figura 7-10. Combinación de trama en tiempo.

La duración del símbolo OFD y CP es inversamente proporcional al SCS:

- Con 15 KHz de SCS la duración del símbolo OFDM es 66,6 $\mu$ s con CP de 4,7 $\mu$ s.
- Con 30KHz de SCS la duración, aproximada, del símbolo OFDM es 33,3 $\mu$ s con CP de 2,35 $\mu$ s.

<sup>52</sup> SCS: es la distancia en HZ entre dos subportadoras consecutivas.

NR soporta FDD y TDD con la misma estructura de trama. En caso de TDD, dependiendo del tráfico, cada símbolo OFDM puede ser clasificado como DL, UL o flexible. Pudiendo conmutar entre los tres estados anteriores de forma dinámica.

Las transmisiones son llevadas cabo sobre un slot, es casos específicos en los que se requieran una baja latencia pueden ir sobre una fracción de slot (URLLC).

### 7.5.1.1 Acceso inicial y movilidad

Los UE sincronizan con la red móvil escuchando la señales de sincronización primaria y secundaria (PSS y NSS) de azul y naranja respectivamente en la Figura 7-11. Las separaciones verticales corresponden a los bloques de recurso, que se ha definido en las sección anterior como un grupo de 12 subportadoras. Las separaciones horizontales son los símbolos OFDM. Cuatro símbolos OFDM junto con 20 RB component un bloque SS/PBCH (señal de sincronización en canal físico de transmisión)

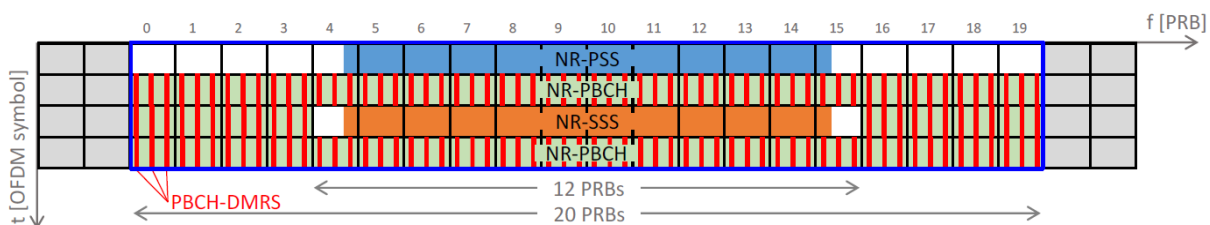


Figura 7-11. Señales y símbolos de sincronización.

PSS y NSS es transmitida sobre 127 subportadoras (sobre 10,5 RBs). Está diseñado para llenar el PCID seleccionado de 1008 candidatos).

Una vez sincronizados con PSS y NSS los UE pueden recuperar la estructura completa de SS/PBCH y por tanto escuchar en el canal físico de difusión (PBCH) y asociar su señal de referencia para demulación (DM-RS).

El PBCH, trae sólo, la mínima información del sistema necesaria para el acceso inicial, como es el número de trama del sistema (SFN), configuración inicial para PDCCH, PDSCH, DM-RS e información para determinar el tiempo de trama como índice de bloque y media trama de SS/PBCH. A todo este proceso se le denomina, bloque de información del sistema 1, SIB1.

Una o múltiples bloques SS/PBCH pueden ser transmitidos a través del beamforming o multi haz de la antena con una media trama, con una periodicidad configurable dese de 5ms a 160ms.

La cantidad máxima de bloques SS/PBCH a transmitir depende del rango de frecuencia, por lo que los distintos configuraciones de frecuencia quedan recogidos en Figura 7-12:

Frequency Range	Applicable SCS [kHz]	Maximum number of SS/PBCH blocks
FR1 (below 3 GHz for FDD, below 2.4 GHz for TDD)	15 or 30	4
FR1 (above 3 GHz for FDD, above 2.4 GHz for TDD)	15 or 30	8
FR2	120 or 240	64

Figura 7-12. Cantidad máxima de bloques SS/PBCH según SCS.

Los mensajes de localización o paging son transportados por PDSCH que está gestionado o programado por PDCCH. El SCS empleada para la transmisión SIB1 es una celda NR se indica en el bloque máster de información, que es transportado en PBCH y se aplica comúnmente a las transmisiones de otra información (SIB2 en adelante).

El acceso aleatorio en NR consiste en un proceso de 4 pasos (Msg1, Msg2, Msg3 y Msg4). NR admite dos tipos de secuencias PRACH como preámbulo:

- Secuencia Zadoff-Chu (ZC) de longitud 839, aplicable solo a FR1
- Secuencia Zadoff-Chu (ZC) de longitud 139, aplicable a ambos tramos de frecuencia FR1 y FR2.
- Cuatro preambulos PRACH diferentes basados en ZC

PRACH preamble format	SCS [kHz]	CP length [ms]	PRACH symbol length [ms]	Gap length [ms]
0	1.25	0.1032	0.8006	0.0969
1	1.25	0.6849	0.8006*2	0.7162
2	1.25	0.1527	0.8006*4	0.9533
3	5	0.1032	0.2001*4	0.0969

PRACH preamble format	SCS [kHz]	CP length [ms] (in case of 15 kHz SCS)	PRACH symbol length [ms] (in case of 15 kHz SCS)	Gap length [ms] (in case of 15 kHz SCS)
A1	15 or 30 as indicated in SIB1 for FR1, 60 or 120 as indicated in SIB1 for FR2	0.0094	0.0667*2	0
A2		0.0188	0.0667*4	0
A3		0.0281	0.0667*6	0
B1		0.0070	0.0667*2	0.0023
B2		0.0117	0.0667*4	0.0070
B3		0.0164	0.0667*6	0.0117
B4		0.0305	0.0667*12	0.0258
C0		0.0404	0.0667	0.0370
C2		0.0667	0.0667*4	0.0948

Figura 7-13. Combinación de trama en tiempo.

Para las medidas de movilidad, en el monitoreo del enlace radio (RLM), SS/PBCH y/o CSI-RS pueden ser utilizados en NR. Se define la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) basadas en bloques SS/PBCH, la calidad de la señal recibida (RSRQ) y la relación señal-ruido e interferencia (SINR). También se definen RSRP, RSRQ y SINR basados en CSI-RS

#### 7.5.1.2 Canales físicos y señales en NR

- **PDCCH and PDSCH:** PDCCH se emplea para llevar información de control en DL (DCI). Los siguientes tipos de DCI son los soportados por NR:
  - Asigna PDSCH para transmitir TBs a un determinado UE, incluyendo información de recurso en el dominio del tiempo/frecuencia.
  - Concede PUSCH para que UE transmita un TB.
  - Control de potencia en UL (TPC).

Cada UE, monitorea un número de PDCCHs, habitualmente, uno por slot aunque es posible configurar una mayor frecuencia de monitoreo para soportar URLLC. Tras la detección de un PDCCH válido, el UE persigue la información de control de enlace descendente contenida en PDCCH.

Los canales PDCCH se transmiten en uno o más conjuntos de recursos de control (CORESET). Éstos

van sobre dos o tres símbolos OFDM en el dominio del tiempo y sobre un ancho de banda configurable en el dominio de la frecuencia, necesario para dar cabida a los diferentes UE con distinta capacidad de ancho de banda y siguientes versiones.

Un elemento de canal de control (CCE) está definido como 6 grupos de elementos de recursos (REGs). Donde 1 REG está compuesto por 12 elementos de recurso (REs). En un CORESET, un PDDCH con DM-RS puede ser mapeado (Figura 7-16) en uno o más CCEs. Diferentes números de CCEs (nivel de agregación) proporciona diferente tasa de codificación para canales de control como se ilustra en Figura 7-16:

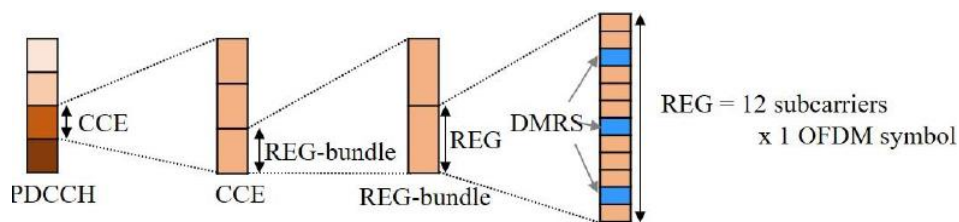


Figura 7-14. Combinacio de trama en tiempo.

Hay direntes formatos de información de control (DCI) transmitida en un PDCCH. Un UE monitorea uno más candidatos PDCCH para DCI con CRC autocontenido por un cierto RNTI en PDCCH común (CSS). El formato de los DCI se distingue por la polarización y RNTI autocontenido en CRC.

DCI format	RNTI	Notes
DCI format 0_0	RA-RNTI, TC-RNTI, C-RNTI, CS-RNTI	Monitored on CSS or USS Scheduling PUSCH
DCI format 0_1	C-RNTI, CS-RNTI	Monitored in USS Scheduling PUSCH
DCI format 1_0	SI-RNTI, RA-RNTI, P-RNTI, C-RNTI, CS-RNTI	Monitored in CSS or USS Scheduling PDSCH
DCI format 1_1	C-RNTI, CS-RNTI	Monitored in USS Scheduling PDSCH
DCI format 2_0	SFI-RNTI	Monitored in CSS Indicating slot format for slot(s)
DCI format 2_1	INT-RNTI	Monitored in CSS Indicating pre-emption of DL resource
DCI format 2_2	TPC-PUSCH-RNTI, TPC-PUCCH-RNTI	Monitored in CSS Group-TPC command for PUSCH/PUCCH
DCI format 2_3	TPC-SRS-RNTI	Monitored in CSS Group-command for SRS

Figura 7-15. Combinación de tramas en tiempo.

PDSCH se emplea par a transmitir dos o más bloques de transporte (TBs). Una DCI en PDCCH puede asignar uan transmisión PDSCH con DM-RS. PDSCH es decodificado en base a la información en PDCCH. Las transmisiones PDSCH son procesadas desde 2 a 14 símbolos. Un canal PDSCH tiene 8 capas

**PUCCH y PUSCH:** PUCCH es empleado para transportar información de control en UL (UCI). Tipos de UCI empleados en NR:

- Solicitud híbrida de repetición automática en acuse de recibo (HARQ-ACK): informa si la transmisión DL de un TB es o no exitosa.
- Solicitud de programación (SR): solicita al gNB la concesión de UL.
- Canal información de estado (CSI): recogei información de la condición entre gNB y UE.

La UCI puede ser proporcionada por PUCCH o PUSCH



Cada recurso PUCCH es configurado con un formato distinto, la Figura recoge varios formatos específicos. Cualquiera de estos, soporta la duración de 1-2 símbolos o 4-14 símbolos.

- Short format formato 0/2 puede transmitir UCI en 1 o 2 símbolos. Útil para reducir la latencia.
- Long PUCCH: formato de 1/3/4. El cual puede transmitir UCI con 4 hasta 14 símbolos. Útil para mejorar cobertura.

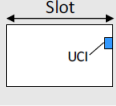
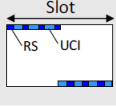
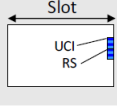
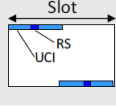
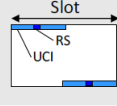
	PUCCH format 0	PUCCH format 1	PUCCH format 2	PUCCH format 3	PUCCH format 4
Conceptual figures					
Use-case	Short-PUCCH HARQ/SS 1-2 bits	Long-PUCCH HARQ/SS 1-2 bits	Short-PUCCH Any UCI > 2 bits	Long-PUCCH Any UCI > 2 bits	Long-PUCCH Any UCI > 2 bits
Duration	1 – 2 symbols	4 – 14 symbols	1 – 2 symbols	4 – 14 symbols	4 – 14 symbols
Starting symbol	Anywhere unless the PUCCH cross slot boundary				
RB size	1 RB	1 RB	1 – 16 RBs	1 – 16 RBs	1 RB
CDM capacity	12	36 or 84	1	1	2 or 4
Mux method	Cyclic shift	Cyclic shift + TD-OCC	-	-	FD-OCC
Coding scheme	-	-	Read-Muller for up to 11 bits, Polar for more than 11 bits		
Note	RS-less format	LTE PF1 analogy	CP-OFDM	LTE PF4 analogy	LTE PF5 analogy

Figura 7-16. Combinacio de trama en tiempo.

PUSCH es empleado para transmitir un TB. puede transmitirse una DCI en una transmisión PDSCH programada. Un PUSCH es transmitido en base a la información contenida en PDCCH. Por ejemplo, recursos tiempo/frecuencia, frecuencia de hopping, modulación y capa. Existen 4 capas en PDSCH.

DL/UL	Physical channel	Physical channel name	Modulation	Channel coding
DL	PDSCH	Physical Downlink Shared Channel	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM	LDPC (Low Density Parity Check) coding
DL	PBCH	Physical Broadcast Channel	QPSK	Polar coding
DL	PDCCH	Physical Downlink Control Channel	QPSK	Polar coding
UL	PUSCH	Physical Uplink Shared Channel	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, pi/2 BPSK when DFT-s-OFDM is selected**	LDPC coding for data, see Table 5.5.4.6-1 for UCI
UL	PUCCH	Physical Uplink Control Channel	pi/2-BPSK, BPSK, QPSK depending on PUCCH format and information bit size	see Table 5.5.4.6-1 for UCI
UL	PRACH	Physical Random Access Channel	N/A*	N/A*

Figura 7-17. Canales fisicos y modulaciones en NR.

DL/UL	Physical signal	Physical signal name
DL/UL	DM-RS	Demodulation reference signals
DL/UL	PT-RS	Phase-tracking reference signals
DL	CSI-RS	Channel-state information reference signal
DL	PSS	Primary synchronization signal
DL	SSS	Secondary synchronization signal
UL	SRS	Sounding reference signal

Figura 7-18. Señales en canal fisico.

### 7.5.1.3 MIMO

Múltiple inputs y múltiples salidas es la clave para que la tecnología mejore el throughput. Se emplean múltiples antenas en transmisión y recepción, como habilitar múltiples capas de transmisión de datos. NR soporta transmisiones multicapa para un UE con un máximo de 8 capas en DL y 4 en UL.

Las señales de referencia están especificadas asumiendo transmisiones multi-capa. Soporta demodulación RS (DM-RS) la demodulación en UL y DL. Se empleará información del estado del canal RS (CSI-RS), medirá el estado del canal en DL. También se emplea CSI-RS para movilidad, transmisión del beamforming y seguimiento de los recursos en frecuencia y tiempo, PT-RS y TRS respectivamente. Estos servicios de traqueo se implementan sobre PDSCH y PUSCH y permiten que el receptor rastree la fase y mitigue la pérdida de rendimiento debido al ruido en fase.

Para transmisiones UL multicapa se persigue el sondeo RS (SRS), permite una precodificación codebook o no codebook

- UL codebook: es el gNB el encargado de seleccionar la matriz de precodificación aplicada a la transmisión PUSCH
- UL no codebook: se transmiten un determinado número de SRS precodificados y posteriormente el gNB selecciona las capas de transmisión deseadas para PUSCH basándose en su recepción.

Para transmisiones DL la recepción de información del estado del canal soporta dos definiciones de matriz de precodificación (PMI).

### 7.5.1.4 Agregación de portadoras (CA)

Para el tramo FR1 de NR es posible alcanzar hasta 100MHz y 400 para FR2 mediante el mecanismo de agregación de portadoras o carrier aggregation que permite agrupar hasta 16 portadoras NR, siempre que se den las condiciones óptimas. En NR es posible soportar CA inter banda e intra banda, incluso entre bandas de ambos tramos de frecuencia, FR1 y FR2.

NR introduce ensanchado de ancho de banda (BWP). Un UE puede ser configurado hasta cuatro BWP por portadora NR en DL y UL, respectivamente. Cada BWP tiene sus propios parámetros incluido en ancho de banda y SCS. El ancho de banda de BWP es configurado por cada UE acorde a su capacidad y máximo ancho de banda soportado.

## 7.6 Plano de usuario red de acceso

La torre de protocolos empleada en el plano de usuario de la red de acceso 5G SA queda ilustrada en Figura 7-19

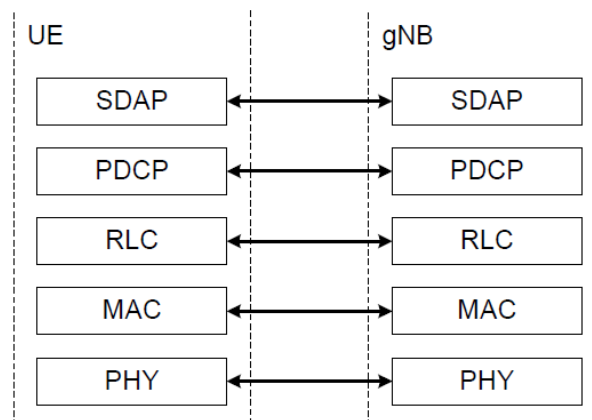


Figura 7-19. Combinacio de trama en tiempo.

Las subcapas SDAP, PDCP, RLC y MAC terminan en el lado de la red del gNB.

#### 7.6.1 MAC

- Mapeo entre canales lógicos y canales de transporte
- Multiplexado/desmultiplexado de MAC-SDU perteneciente a uno de los diferentes canales de transporte lógicos entregados hacia o desde los canales físicos.
- Corrección de errores a través de HARQ. En caso de aplicar CA, se emplea una HARQ por celda.
- Manejo de prioridades entre UE.
- Manejo de prioridades entre canales lógicos de UE.
- Padding.

#### 7.6.2 RLC

- Transferencia de PDUs a capas superiores
- Numeración de secuencias independiente de la ejecutada en PDCP.
- Corrección de errores ARQ.
- Segmentación y re-segmentación de MAC-SDU
- Reensamblado de SDU.
- Detección de duplicados.
- Descarte de SDU duplicados.
- Reestablecimiento de RLC
- Protocolo de detección de errores.

#### 7.6.3 PDCP

- Numeración de secuencias.
- Compresión y descompresión de cabecera.
- Transferencia de datos de usuario.
- Reordenado y detección de duplicados.
- Enrutamiento PDCP PDU.
- Retransmisión de PDCP SDU.
- Descarte de PDCP SDU.
- Reestablecimiento de PDCP y recuperación de datos para RLC.
- Duplicado de PDCP PDU.

#### 7.6.4 SDAP

- Mapeo entre flujo QoS y datos de portadoras radio
- Generación del id del flujo de QoS en UL y DSL paquetes

## REFERENCIAS

- [1] [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org), LTE “Release 8-14”.
- [2] [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org), Sistema 5G “Release 15”.
- [3] Huawei technologies co., ltd, “BSC6900 GU Problem Preventive Guide (20130821-V1.9)”.
- [4] Huawei technologies co., ltd, “BBU5900 V100R013C10 Hardware Description”.
- [5] [www.etsi.org/technologies/5G](http://www.etsi.org/technologies/5G), “Why do we need 5g?”.
- [6] [www.techplayon.com/5gnr](http://www.techplayon.com/5gnr), “5th generation mobile networks or 5th generation wireless systems”.
- [7] [www.metaswitch.com/knowledge-center/reference/what-is-the-5g-access-and-mobility-management-function-amf](http://www.metaswitch.com/knowledge-center/reference/what-is-the-5g-access-and-mobility-management-function-amf), “What is the 5g access and mobility management function (AMF)?”.
- [8] [www.brighttalk.com/webcast/15727/362326?utm\\_campaign=channel-feed&utm\\_source=brighttalk-portal&utm\\_medium=web](http://www.brighttalk.com/webcast/15727/362326?utm_campaign=channel-feed&utm_source=brighttalk-portal&utm_medium=web), “3GPP 5G - Status Report from RAN#84”.
- [9] [www.3gpp.org/more](http://www.3gpp.org/more), “more keywords”.
- [10] José M.<sup>a</sup> Hernánde Rábanos, Luis Mendo Tomás, José Manuel Riera Salís, “Comunicaciones móviles”.
- [11] [support.huawei.com/enterprise/es/spanish-documents/optix-rtn-980-pid-4973818](http://support.huawei.com/enterprise/es/spanish-documents/optix-rtn-980-pid-4973818), “RTN 900 Series”.
- [12] Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, “*establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas*”.
- [13] UIT-R P2040-1, “*Atenuación ondas de radiofrecuencia*”.
- [14] Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. BOE N°234, de 29 de septiembre de 2001.
- [15] Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.
- [16] Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen las condiciones necesarias para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones. BOE N° 11, de 12 de enero de 2002.
- [17] Orden ITC/749/2010, de 17 de marzo, por la que se modifica la orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.
- [18] Informe sobre emisiones electromagnéticas de los sistemas de telefonía móvil y acceso fijo inalámbrico. Normativas y procedimientos para garantizar su seguridad ante el ciudadano. Colegio oficial de ingenieros de Telecomunicaciones. Noviembre de 2001.
- [19] Informe Técnico de referencia IEC TR 62669 2019, “case studies IEC 62232 – Determination of RF strength, power density and SAR in the vicinity of radiocommunication base station for purpose of evaluating human exposure” de 2019. (<https://webstore.iec.ch/publication/62014>)

- [20] CENELEC EN 50401: “Product standard to demonstrate the compliance of base station equipment with radiofrequency electromagnetic field exposure limits (110MHz – 100 GHz), when put into service
- [21] Huawei technologies co., ltd, “*RRU5509t Description Draft C(20181231)*”.
- [22] Huawei technologies co., ltd, “*RRU5509t Description Draft C(20181231)*”.
- [23] Huawei technologies co., ltd, “*RRU5502w Description 01(20181130)*”.
- [24] Huawei technologies co., ltd, “*RRU5304 Description 01(20181130)*”.
- [25] Huawei technologies co., ltd, “*Huawei Antenna Catalogue 2020*”.

## GLOSARIO

<b>5GS</b>	xi
back Panel	10
<b><u>BCC</u></b>	79
BER	57
BSC	9
<b><u>BSIC</u></b>	79
Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales	25
<b><u>Cell CI</u></b>	79
<b><u>CGI</u></b>	79
Clúster	9
Comparticiones	1
conectores 4.3-10	37
CPRI	10
Cruzados	1
CTE/23/2002	24, 144
DBS	10
DCDU-16D	65, 66
Eb/No	57
EMR	13, 16
FANf	43
jumpers	36, 39
<b><u>LAC</u></b>	79, 82, 83, 91, 92
<b><u>Local cell Id</u></b>	79
<b><u>MCC</u></b>	79, 80, 94
<b><u>MNC</u></b>	79, 80, 94
MRFU	10
NB-IoT	38
<b><u>NCC</u></b>	79

---

NCR	4
New Radio	xi
O&M	78, 105, 107, 109
OFDMA	38
<b><u>OSP Code</u></b>	79
Particulares	1
Propios	1
<b><u>RAC</u></b>	79
radiaciones no ionizantes	64
RAN-Sharing	1
RF	37
RFP	7
RNC	9
SBT	36, 107
SCS	38
SDR	37
SHO	57
SINR	59, 139
SLA	7
SLIM	16
TMA	36, 107, 112
UARFCNDL	57
<b>UBBPd</b>	43
UEIUb	43
<b>UMPTb</b>	43
UPEUe	43
USCUb	43
WGS84	46
Zona 1	1